

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Хіміко-технологічний факультет
Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології

До захисту допущено

В.о. завідувача кафедри
Н.М. Толстопалова

(підпис) (ініціали, прізвище)
“ ____ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.051301 – Хімічна технологія (161 Хімічні технології та інженерія)
(код і назва)

на тему: Технологічна схема очищення стічних вод з перехресним рухом адсорбенту

Виконала: студентка 4 курсу, групи ХН-51
Руденко Вероніка Геннадіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: доц., к.х.н. Іваненко І.М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант:

з автоматичного регулювання
(назва розділу)

ст. викл. Лукінюк М.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

з економіко-організаційних рішень
(назва розділу)

доц., к.т.н. Підлісна О.А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

з охорони праці
(назва розділу)

доц., к.т.н. Полукаров Ю.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент: _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний про-ект	1	
2	A4	ДП ХН5119 1440 000 ПЗ	Пояснювальна записка	88	
3	A1	ДП ХН5119 1440 001 ТС	Технологічна схема	1	креслення
4	A1	ДП ХН5119 1440 002 СК	Головний апарат	1	креслення
5	A1	ДП ХН5119 1440 003 СхА	Схема автоматизації	1	креслення
6	A1	ДП ХН5119 1440 004 ІЛ	Економічний плакат	1	ілюстрація
7	A2	ДП ХН5119 1440 005 ІЛ	Плакат інноваційної частини	1	ілюстрація

				ДП ХН5119 1440 000		
	ПБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Руденко В.Г.					88
Керівн.	Іваненко І.М.					
Консульт					КПІ ім. Ігоря Сікорського каф. ТНР, В та ЗХТ гр. ХН- 51	
Н/контр.	Супрунчук В.І.					
В.о. зав.каф.	Толстопалова Н.М.					

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет хіміко-технологічний
(повна назва)

Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.051301 – Хімічна технологія (161 Хімічні технології та інженерія)

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ Н.М. Толстопалова
(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Руденко Вероніці Геннадіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Технологічна схема очищення стічних вод з перехресним рухом адсорбенту

керівник проекту: Іваненко Ірина Миколаївна, к.х.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 07 травня 2019 р. №1221-С

2. Термін подання студентом проекту 05 червня 2019р.

3. Вихідні дані до проекту: Продуктивність по забрудненій воді 25 м³/год, концентрація йонів Cu²⁺ 400-600 мг/дм³, вміст завислих речовин 5-10 мг/дм³.

4. Зміст пояснювальної записки: Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва. Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв. Характеристика прийнятого методу виробництва, хімізм, теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів. Опис технологічної схеми. Автоматичне регулювання та контроль виробництва. Економіко-організаційні розрахунки. Охорона праці. Екологічна безпека виробництва. Інноваційна частина.

5. Перелік графічного матеріалу: технологічна схема цеху, схема дистанційного контролю та автоматичного регулювання технологічних параметрів, креслення загального вигляду головного апарата, плакат результатів розрахунку економіко-організаційної частини, плакат інноваційної частини.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	доц. Іваненко І.М.		
6	ст. викл. Лукінюк М.В.		
7	доц. Підлісна О.А.		
8	доц. Полукаров Ю.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд науково-технічної літератури	10 березня	
2	Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва. Описання технологічної схеми виробництва.	20 березня	
3	Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв. Характеристика прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.	12 квітня 14 квітня	
4	Характеристика технологічного обладнання: розрахунок та вибір основних реакторів; розрахунок і вибір допоміжного технологічного обладнання	20 квітня	
5	Автоматичний контроль та керування виробництвом	29 квітня	
6	Економіко – організаційні розрахунки	15 травня	
7	Охорона праці виробничого процесу	21 травня	
8	Екологічна безпека виробництва	25 травня	
9	Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень та ілюстративних плакатів	31 травня	
10	Передзахист дипломного проекту	15 червня	

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Технологічна схема очищення стічних вод з перехресним рухом адсор-
бенту

Київ – 2019 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 88 с.; 7 рис.; 17 табл.; 20 посилань; 2 додатки.

У бакалаврському проєкті проаналізовані методи очищення стічних вод від йонів міді, запропоновано адсорбційний метод очищення стічної води.

Наведено фізико-хімічні основи процесу адсорбції, проведені конструктивні та технологічні розрахунки основного та допоміжного обладнання.

На підставі зроблених розрахунків обрано необхідне устаткування. Наведена технологічна схема та її опис.

Запропоновано схему автоматичного регулювання та контролю виробництва. Надано економіко-організаційний розрахунок з обґрунтуванням вибору методу очищення води від йонів міді.

Розглянуто безпечні умови проведення виробничого процесу, наведено аналіз і джерела виникнення відходів, надано можливі варіанти їх утилізації.

В інноваційній частині наведені результати досліджень адсорбційної активності синтезованих сорбентів. Побудовано кінетичні криві за отриманими даними.

СТІЧНА ВОДА, ОЧИЩЕНА ВОДА, МІДЬ, АДСОРБЦІЯ, АКТИВНЕ ВУГІЛЛЯ, АДСОРБЕНТ, ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР, АДСОРБЕР, МЕХАНІЧНИЙ ФІЛЬТР, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЯ, РЕГЕНЕРАЦІЯ, КОМПОЗИТ

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 88 с.; 7 рис.; 17 табл.; 20 ссылок; 2 приложения.

В бакалаврском проекте проанализированы методы очистки сточных вод от ионов меди, предложено адсорбционный метод очистки сточных вод.

Приведены физико-химические основы процесса адсорбции, проведенные конструктивный и технологические расчеты основного и вспомогательного оборудования.

На основании произведенных расчетов выбрано необходимое оборудование. Приведена технологическая схема и ее описание.

Предложена схема автоматического регулирования и контроля производства. Предоставлено экономико-организационный расчет с обоснованием выбора метода очистки воды от ионов меди.

Рассмотрены безопасные условия проведения производственного процесса, приведены анализ и источники возникновения отходов, предоставлено возможные варианты их утилизации.

В инновационной части приведены результаты исследований адсорбционной активности синтезированных сорбентов. Построены кинетические кривые по полученным данным.

СТОЧНАЯ ВОДА, ОЧИЩЕННАЯ ВОДА, АДСОРБЦИЯ, АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ, АДСОРБЕНТ, ППСЕВДООЖИЖЕННЫЙ СЛОЙ, АДСОРБЕР, МЕХАНИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЯ, РЕГЕНЕРАЦИЯ, КОМПОЗИТ

ABSTRACT

Explanatory note 88 pp.; 7 fig.; 17 tab.; 20 lib.; 2 appendices.

In the bachelor's project, methods for purifying wastewater from copper ions were analyzed, an adsorption method for purifying wastewater was proposed.

The physicochemical principles of the adsorption process were given, the constructive and technological calculations of the main and auxiliary equipment were carried out.

The necessary equipment was selected on the basis of calculations that mentioned above. The process scheme was described.

The scheme of automatic control and production control was offered. Economical and organizational calculations with justification of a choice of method of water purification from copper ions were provided.

Safe conditions of the manufacturing process have been considered. Analysis of the sources of waste were provided, possible variants of their utilization were given.

The innovation part presents the results of studies of the adsorption activity of the synthesized sorbents. The kinetic curves were constructed from the data obtained.

WASTE WATER, PURIFIED WATER, ADSORPTION, ACTIVATED CARBON, ADSORBENT, FLUIDIZED BED, ADSORBER, WASTE WATER, MECHANICAL FILTER, AUTOMATION, ECONOMIC INDICATORS, LABOR PROTECTION, ECOLOGY, REGENERATION, COMPOSIT

Вступ.....	12
1 Обґрунтування та вибір способу виробництва.....	13
2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних ресурсів.....	17
2.1 Характеристика продукції.....	17
2.2 Характеристика сировини.....	17
2.3 Характеристика допоміжних матеріалів.....	17
3 Характеристика прийнятого методу виробництва, хімізм, теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.....	19
3.1 Сутність методу адсорбції.....	19
3.2 Термодинаміка процесу адсорбції.....	21
3.3 Кінетика адсорбції.....	21
3.4 Адсорбенти, які використовують у промисловості.....	23
3.5 Технологічні схеми та апарати, які використовують в адсорбційному очищенні стічних вод.....	24
4 Опис технологічної схеми виробництва.....	27
5 Характеристика технологічного обладнання.....	29
5.1 Конструктивний розрахунок адсорбера.....	29
5.1.1 Розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки.....	31
5.1.2 Розрахунок кінцевого днища.....	32
5.2 Розрахунок механічного фільтра.....	33
5.3 Розрахунок бака для суспензії адсорбенту.....	33
5.4 Розрахунок насосу.....	34
5.5 Вибір компресора.....	37

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<div>Технологічна схема очищення стічних вод з перехресним рухом адсорбенту Пояснювальна записка.</div>				
Розроб.	Руденко В.Г.								
Перевір.	Іваненко І.М.								
Н. контр.	Супрунчук В.І.								
Затверд.	Толстопалова Н.М.				<div><div>Лім</div><div>Аркуш</div><div>Аркушів</div><div>1</div><div>88</div></div> <div>КПІ ім. Ігоря Сікорського ХТФ, ХН-51</div>				

6	Автоматичне регулювання та контроль виробництва.....	38
6.1	Аналіз технологічного процесу отримання води очищеної.....	38
6.2	Опис розробленої схеми автоматизації.....	39
7	Економіко-організаційні розрахунки.....	42
7.1	Організаційна структура цеху.....	42
7.2	Технологічна підготовка підприємства.....	43
7.2.1	Класифікація виробничих процесів.....	43
7.2.2	Види руху предметів праці.....	44
7.2.3	Середньорічні показники роботи підприємства.....	48
7.2.4	Контроль виробництва.....	50
7.3	Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва.....	52
7.3.1	Баланс споживання оборотних фондів на підприємстві.....	52
7.3.2	Паспорт якості.....	54
7.3.3	Калькуляція на продукцію.....	55
7.3.4	Розрахунок техніко-економічних показників підприємства.....	57
8	Охорона праці.....	58
8.1	Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на проек- тованому об'єкті. Заходи з охорони праці.....	58
8.1.1	Повітря робочої зони.....	58
8.1.2	Виробниче освітлення.....	61
8.1.3	Виробничий шум та вібрації.....	62
8.1.4	Електробезпека.....	63
8.1.5	Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.....	65
8.2	Пожежна безпека.....	66
9	Екологічна безпека виробництва.....	68
9.1	Аналіз джерел забруднення та можливі варіанти екологізації.....	68
9.2	Екологічний моніторинг та розрахунок екологічних платежів.....	69
10	Інноваційна складова.....	71
	Висновки.....	73

Перелік посилань.....	74
Додатки.....	77

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		11

ВСТУП

Більшість стоків підприємств скидаються безпосередньо у водойми, що призводить до поступового зниження якості води. Забруднюючі речовини потрапляють в поверхневі води зі стічними водами підприємств чорної і кольорової металургії, хімічної, нафтохімічної, нафтової, газової, вугільної, лісової, целюлозно-паперової промисловості, а також поверхневим стоком з прилеглих територій.

Забруднення водного середовища іонами важких металів небезпечно для всієї біосфери, а також свідчить про марнотратне ставлення до ресурсів. Зі стічними водами гальванотехніки втрачається більше 50% металів, призначених для декоративних, захисних та інших покриттів. Крім того важкі метали мають токсичну дію на живі і рослинні організми, мають тенденцію до накопичення в харчових ланцюжках, що посилює їх небезпеку для людини. Найбільш небезпечними є іонні комплексні форми важких металів. Мідь відноситься до групи токсичних важких металів. Це викликає необхідність суворого контролю за його надходженням в навколишнє середовище та вимагає використання на практиці порівняно недорогих, доступних методів його уловлювання.

Вимоги до якості питних вод і очищених стічних вод, які скидаються у водойми і водотоки стрімко зростають, що пояснює необхідність застосування тонких методів очищення. Одним з таких методів є адсорбційний, ефективність якого може досягати 85-95%.

Метою дипломного проекту є розробка технологічної схеми очищення стічних вод гальванічних, приладобудівних і хімічних виробництв, а також збагачувальних комбінатів та теплоелектростанцій від іонів міді за допомогою адсорбційного методу з перехресним рухом сорбенту.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА

Необхідність обробки води виникає тоді, коли якість води природних джерел не задовольняє необхідні вимоги. Така невідповідність може бути тимчасовою чи постійною. Характер і ступінь невідповідності якості води джерела вимогам користувача зумовлює вибір методів обробки. Якщо при цьому можуть бути використані різні методи очищення, то вибір їх проводиться на основі техніко-економічних розрахунків [1].

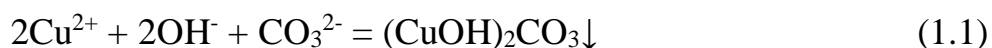
До найпоширеніших методів очищення води від іонів міді відносяться:

- реагентні;
- адсорбційні;
- іонний обмін;
- екстракція;
- електрохімічні.

Сутність реагентних методів полягає в переводі розчинних у воді речовин в нерозчинні при додаванні різних реагентів з наступним відділенням їх від води у вигляді осадів [2].

Як реагент для видалення із стічних вод іонів важких металів використовують гідроксиди кальцію і натрію, карбонат натрію, сульфід натрію.

Добуток розчинності гідроксиду міді дорівнює $5 \cdot 10^{-20}$, в той час, коли розчинність основного карбонату міді практично дорівнює нулю. Тому мідь вигідно осаджувати у вигляді основного карбонату: для цього в розчині нейтралізуючого реагенту необхідно мати одночасно як гідроксильні іони OH^- , так і карбонатні CO_3^{2-} . При цьому перебігає наступна реакція:



Екстракція – метод вибіркового розчинення, процес розділення домішок в суміші двох нерозчинних рідин (екстрагента і стічної води).

Метод застосовується при високому (не менше 3 г/дм³) вмісті в стічних водах розчинених органічних речовин, що представляють технічну цінність (феноли, масла, жирні кислоти), а також для виділення важких кольорових металів.

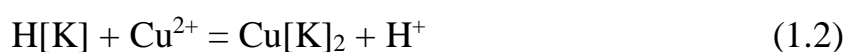
					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання методу також економічно доцільно при обробці високотоксичних стічних вод, коли не прийнятні інші відомі методи.

При екстракції відбувається вилучення з стічних вод розчинених в ній речовин з переходом їх в іншу рідку фазу, що не змішується з водою – екстрагент.

В якості екстрагентів використовують вуглеводні, спирти, водні розчини неорганічних кислот і лугів, органічні розчинники (бензол, чотирихлористий вуглець, бутилацетат тощо).

Іонний обмін базується на здатності іонообмінних смол-полімерів поглинати катіони або аніони з розчину. Використовують у гальванічних виробництвах для поглинання іонів заліза, цинку, кадмію, срібла, золота та інших важких металів із стічних вод. Іонний обмін іонів міді на катіонітах перебігає за наступною схемою:



Іоніти поділяють на природні та штучні (синтетичні). Природні іоніти, в свою чергу, діляться на неорганічні і органічні. До природних неорганічних іонітів відносяться цеоліти, глинисті матеріали, польові шпати, слюди та ін. Вони мають катіонообмінні властивості.

До природних органічних іонітів відносяться гумінові кислоти вугілля і ґрунтів, що володіють слабокислотними властивостями. Для посилення кислотних властивостей і підвищення обмінної ємності вугілля обробляють концентрованою сульфатною кислотою.

Найбільше значення для очищення стічних вод і процесів водопідготовки в даний час мають синтетичні іоніти, до яких відносять іонообмінні смоли.

Іони, присутні в розчині, підходять до поверхні іонообмінного матеріалу, в структурі якого є легко рухливі іони. Відбувається заміна іона, присутнього в розчині, на іонну групу, що входить до складу іонообмінної смоли.

Структура іонообмінної смоли – пориста і проникна, тому вся іонообмінна смола бере участь в іонному обміні. Типова іонообмінна смола має сферичну форму. Розмір частинок складає 0,3-0,8 мм. Найважливішою властивістю іонітів

є їх поглинальна здатність (обмінна ємність). Характерною особливістю іонітів є їх оборотність, себто можливість проведення зворотної реакції, що і лежить в основі їх регенерації.

До переваг методу відносяться:

- ефективність;
- екологічність;
- можливість отримання на виході чистої води з дуже низькими залишковими концентраціями домішок (в окремих випадках залишкова концентрація іонів не перевищує декількох мг/см³).

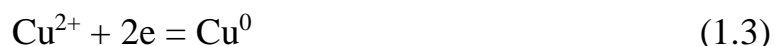
Недоліки методу:

- велика витрата реагентів на регенерацію;
- отримання значної кількості відхідних регенераційних розчинів.

Для очищення стічних вод від різних розчинних і диспергованих домішок застосовують процеси анодного окиснення і катодного відновлення, електрокоагуляції, електрофлокуляції і електродіаліз. Всі ці процеси протікають на електродах в електролізері при проходженні через стічну воду постійного електричного струму.

В електролізері на позитивних пластинах (аноді) іони віддають електрони, тобто перебігає реакція електрохімічного окислення; на негативному електроді (катоді) відбувається приєднання електронів, тобто перебігає реакція відновлення.

Катодне відновлення міді перебігає за схемою:



Католи для таких процесів виготовляють з молібдену, сплаву вольфраму з залізом або нікелем, з графіту, нержавіючої сталі та інших металів, покритих молібденом, вольфрамом або їх сплавами. Процес проводять в електролізерах з діафрагмою і без неї.

Адсорбція – це концентрування речовин на поверхні або в об'ємі твердого тіла. В процесі адсорбції беруть участь як мінімум два компоненти. Тверда речо-

вина, на поверхні або в об'ємі якої відбувається концентрування речовини, що поглинається, називається адсорбентом. Речовина, яка вилучається з газової або рідкої фази називається адсорбтивом, а після переходу в адсорбований стан – адсорбатом. Будь-яка тверда речовина володіє поверхнею, тобто потенційно може бути адсорбентом.

Розрізняють два види адсорбції – фізична і хімічна адсорбція. Фізична адсорбція викликана Ван-дер-Ваальсовими силами взаємодії між молекулами адсорбата і адсорбенту.

Хімічна адсорбція, або хемосорбція, зобов'язана хімічного зв'язку, що виникає між адсорбатом і адсорбентом. При цьому утворюються поверхневі сполуки.

Застосовують адсорбційні установки з послідовним, і перехресним введенням адсорбенту. Адсорбційне очищення стічних вод відбувається при перемішуванні адсорбенту з водою, а також фільтрування води через шар адсорбенту. При змішуванні адсорбенту з водою використовують активоване вугілля. Процес може мати один або кілька ступенів. Багатоступеневі установки є більш економічно доцільними.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ НОСІЇВ

2.1 Характеристика продукції

В таблиці 2.1 наведені характеристики води після очищення.

Таблиця 2.1 – Характеристика води після адсорбційного очищення

Показники якості води	Одиниця виміру	Значення
pH		6,5-8,5
Концентрація іонів міді	мг/дм ³	до 1
Вміст завислих речовин	мг/дм ³	до 5

2.2 Характеристика сировини

У таблиці 2.2 показано приблизну характеристику вихідної води.

Таблиця 2.2 – Норми якості вихідної води

Показники якості води	Одиниця виміру	Значення
Завислі речовини	мг/дм ³	5-10
солевміст	мг/дм ³	400-520
pH		2,5-5
Концентрація йонів Cu ²⁺	мг/дм ³	400-600

2.3 Характеристика допоміжних матеріалів

Механічний фільтр завантажений антрацитом для очищення вихідної води від завислих речовин та іржі. Загальні характеристики антрациту наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Загальні характеристики антрациту [8]

Розмір зерен	0,8-1,5 мм
Зольність матеріалу, не більше	10 %
Вміст сірки, не більше	2 %
Зношуваність	до 1 %
Подрібнення	до 5 %

В якості адсорбенту використовується активне вугілля марки Norit SAE Super, технічні характеристики якого наведені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики активного вугілля Norit SAE Super [9]

Йодне число	1050
Адсорбція метиленового блакитного	28 г/100г
Загальна площа поверхні вугілля	1150 м ² /г
Насипна густина	425 кг/м ³
Розмір частинки	150 мкм
Вологість	6 % мас.
pH	Лужний

Дане вугілля окислювали та модифікували його поверхню нікелем. Для цих цілей використовували нітратну кислоту та нітрат нікелю (II). Характеристики даних реагентів наведені в таблиці 2.5 та 2.6 відповідно.

Таблиця 2.5 – Характеристика нітратної кислоти [10]

Назва показника	Норма для сорту
	Вищий
Зовнішній вигляд	Прозора безбарвна або злегка забарвлена в жовтий колір рідини без механічних домішок
Масова частка нітратної кислоти, %, не менше	57,0
Масова частка оксидів азоту (в перерахунку на N ₂ O ₄), %, не більше	0,07
Масова частка залишку після прожарювання, %, не більше	0,004

Таблиця 2.6 – Характеристика 6-водного нікелю (II) нітрату [11]

Назва показника	Норма
Масова частка 6-водного нікелю (II) нітрату [Ni(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O], %, не менше	98
Масова частка нерозчинних у воді речовин, %, не більше	0,005
Масова частка сульфатів (SO ₄), %, не більше	0,01
Масова частка хлоридів (Cl), %, не більше	0,003
Масова частка заліза (Fe), %, не більше	0,001
Масова частка кобальту (Co), %, не більше	0,02
Масова частка міді (Cu), %, не більше	0,005
Масова частка цинку (Zn), %, не більше	0,002
Масова частка калію, натрію, кальцію і магнію (K+Na+Ca+Mg), %, не більше	0,08

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА, ХІМІЗМ, ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ОБҐРУНТУВАННЯ НОРМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ

3.1 Сутність методу адсорбції

Адсорбцією називають процес поглинання речовини з суміші газів, парів або розчинів поверхнею або об'ємом пор твердого тіла – адсорбента. Поглинається речовина, що знаходиться в об'ємній фазі (газі, парі або рідині), називається адсорбтивом, а поглинене – адсорбатом.

Розрізняють фізичну і хімічну адсорбцію (хемосорбцію). При фізичної адсорбції молекули частинок адсорбенту і речовини, що поглинається не взаємодіють хімічно. При хемосорбції має місце хімічна взаємодія молекул поглинається речовини з адсорбентом. При цьому фізична адсорбція завжди оборотна, а хемосорбція може бути незворотною. Для процесів хемосорбції характерні закономірності хімічних реакцій (здійснюється з визначеним значенням енергії активації, екзо- або ендотермічний ефект реакції, зі зростанням температури швидкість реакції зростає за законом Арреніуса, і ін.). Фізична адсорбція в основному обумовлена поверхневими ван-дер-ваальсовими силами. Вони зумовлені рухом електронів в атомах і вони в 10-20 разів слабкіші ніж сили, які виникають між іонами. які проявляються на відстанях, що значно перевищують розміри адсорбованих молекул, тому на поверхні адсорбенту зазвичай утримуються кілька шарів молекул адсорбата. Значення ентальпії фізичної адсорбції невелика і зазвичай становить від -8 до -20 кДж/моль.

Якщо на поверхні адсорбенту може адсорбуватися лише один шар молекул, тозі зростанням концентрації розчиненої речовини відбувається насичення поверхні молекулами адсорбату (рисунок 3.1).

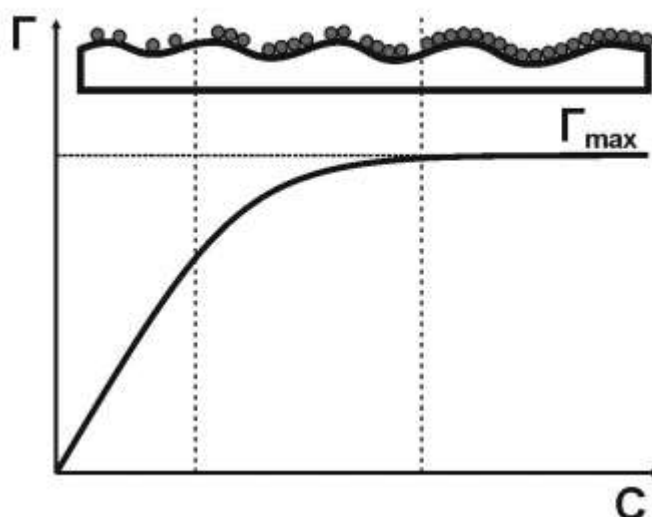


Рисунок 3.1 – Ізотерма мономолекулярної адсорбції.

Данна теорія мономолекулярної адсорбції була запропонована американським хіміком Ірвінгом Ленгмюром і засновується на наступних припущеннях:

А) адсорбція локалізована (молекули не переміщуються по поверхні) на окремих адсорбційних центрах, кожен з яких взаємодіє лише з однією молекулою адсорбату;

Б) адсорбційні центри енергетично еквівалентні – поверхня адсорбенту екіпотенціальна;

В) адсорбовані молекули не взаємодіють одна з одною;

Г) при адсорбції відбувається зворотна квазіхімічна реакція між розподіляємим компонентом та адсорбційними центрами поверхні.

Рівняння Ленгмюра широко застосовують для опису експериментальних ізотерм адсорбції:

$$\Gamma = \Gamma_{\max} \frac{K_L(C/C_0)}{1 + K_L(C/C_0)}, \quad (3.1)$$

де Γ – величина адсорбції, моль/г; Γ_{\max} – ємність адсорбційного моношару або максимальна величина адсорбції, моль/г; C – рівноважна концентрація речовини в розчині, моль/дм³; C_0 – початкова концентрація речовини в розчині, моль/дм³; K_L – константа Ленгмюра.

Якщо $K_L(C/C_0) \ll 1$, то рівняння Ленгмюра переходить в рівняння Генрі:

$$\Gamma = K_H \cdot C, \quad (3.2)$$

де Γ – величина адсорбції, моль/г; C – рівноважна концентрація речовини в розчині, моль/дм³; K_H – константа Генрі, л/г.

3.2 Термодинаміка процесу адсорбції

Основи термодинаміки адсорбції з розчинів вперше сформулював Гіббс більше ніж 100 років тому. Ним було введено поняття надлишкової адсорбції A , тобто надлишкового вмісту речовини, що поглинається в адсорбованій фазі у порівнянні з її вмістом в розчині. Величина надлишкової адсорбції визначається за формулою:

$$A = (C_0 - C_k) \cdot \frac{V}{m}, \quad (3.3)$$

де C_0 і C_k – концентрація речовини в розчині на початку та після адсорбції; V – об'єм розчину; m – маса адсорбенту.

Оскільки при сорбції речовини з води відбувається зменшення вільної енергії системи $\Delta G_{\text{адс}}$, Когановський запропонував використовувати цю величину для прогнозування ефективності вилучення розчинених сполук з води. Константа рівноваги при адсорбції з розбавлених розчинів $K_{\text{адс}}$ пов'язана з $\Delta G_{\text{адс}}$ наступною залежністю:

$$\lg K_{\text{адс}} = \frac{\Delta G_{\text{адс}}}{R \cdot T}. \quad (3.4)$$

З вище наведеної залежності видно, що чим більше значення $\Delta G_{\text{адс}}$, тим краще адсорбується речовина [12].

3.3 Кінетика процесу адсорбції

Кінетика адсорбції добре описується моделлю фронтального відпрацювання шару адсорбенту: Адсорбент в апараті насичується поступово, тобто відбувається пошарове відпрацювання адсорбенту.

В шарі адсорбенту деякої висоти концентрація в потоці рідини зменшується від y_0 до 0, тобто в нижньому шарі формується фронт адсорбції (рисунок 3.2). При подальшому пропущенні суміші нижній шар повністю насичується. У адсорбенті концентрація a^* , тоді на виході з шару концентрація речовини $y=y_0$, тобто фронт адсорбції переміщається в наступний шар, потім відбувається переміщення фронту адсорбції з постійною швидкістю до настання проскоку. До проскоку концентрація компонента, що вилучається на виході з адсорбенту $y=0$. Про наближення проскоку можна дізнатися по підвищенню температури адсорбенту.

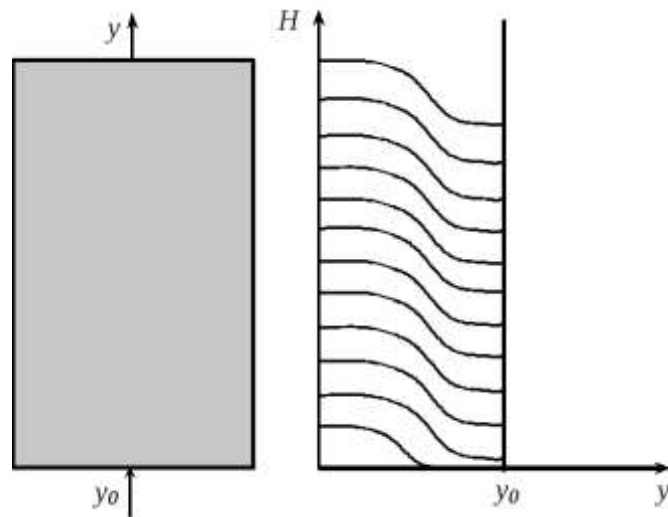


Рисунок 3.2 – Модель фронтального відпрацювання шару адсорбенту.

Час роботи шару до проскоку називається часом захисної дії шару і описується рівнянням Шилова:

$$\tau = K \cdot H - \tau_0, \quad (3.5)$$

де τ_0 – час формування фронту адсорбції; K – коефіцієнт захисної дії; H – висота шару адсорбенту.

На основі рівняння Шилова визначають висоту шару сорбенту [13].

3.4 Адсорбенти, які використовують у промисловості

Основними промисловими адсорбентами є пористі тіла, що володіють великою кількістю мікропор та питомою поверхнею. Властивості адсорбентів визначаються природою матеріалу, з якого вони виготовлені, та пористої внутрішньою структурою.

Адсорбенти характеризуються своєю адсорбційною, здатністю, яка визначається максимально можливою концентрацією адсорбтива в одиниці маси або обсягу адсорбенту. Величина адсорбційної здатності залежить від типу адсорбенту, його структури, природи речовини, що поглинається, її концентрації, температури, а для газів і парів – від їх парціального тиску. Максимально можливу за даних умов поглинальну здатність адсорбенту умовно називають рівноважною активністю.

За хімічним складом всі адсорбенти можна поділити на вуглецеві і неуглецеві. До вуглецевих адсорбентів відносяться активні (активовані) вугілля, вуглецеві волокнисті матеріали, а також деякі види твердого палива. Неуглецеві адсорбенти – силікагели, активний оксид алюмінію, алюмогели, цеоліти і глинисті породи.

Адсорбенти класифікують в залежності від розмірів пор: мікро- (ефективний радіус від 0,5 до 1,0-1,5 нм), мезо- (ефективний радіус від 1,5 до 100-200 нм) і макропори (ефективний радіус більше 100-200 нм). До важливих характеристик адсорбентів відносять також величину питомої поверхні (до декількох сотень $\text{м}^2/\text{г}$) і сумарний об'єм пор ($\text{см}^3/\text{г}$).

Активні вугілля зазвичай використовують для поглинання органічних речовин в процесах очищення і розділення рідин і газів (парів). Ці адсорбенти отримують сухою перегонкою ряду вуглець-вмісних речовин (деревини, кам'яного вугілля, кісток тварин, кісточок плодів тощо) з метою видалення летких. Після цього вугілля активують, наприклад прожарюють його за температури

850-900 °С, що призводить до звільнення пір від смолистих речовин і утворення нових мікропор.

Активацію проводять також екстрагуванням смол з пір органічними розчинниками, окислюванням киснем повітря і ін. Більш однорідна структура вугілля виходить при їх активації хімічними методами: шляхом їх обробки гарячими розчинами солей (наприклад, сульфатами, нітратами та ін.) Або мінеральними кислотами (сульфатною, нітратною та ін.).

Активні вугілля застосовують у вигляді частинок неправильної форми розміром 1-7 мм, циліндрів діаметром 2-3 мм і висотою 4-6 мм і порошку з розміром частинок менше 0,15 мм. Останній вид активного вугілля застосовують для поділу розчинів.

До основних недоліків активного вугілля відносяться їх горючість і невисока механічна міцність.

Адсорбенти характеризуються ще статичної та динамічної активністю. Під статичною активністю розуміють кількість речовини, поглиненого одиницею маси або об'єму адсорбенту від початку адсорбції до встановлення рівноваги. Цей вид активності визначають в статичних умовах, тобто без перемішування. При фільтруванні розчину крізь шар адсорбенту через певний проміжок часу адсорбент перестає повністю поглинати необхідну речовину, і відбувається проскок цього компонента з наступним збільшенням концентрації компонента аж до настання рівноваги. Кількість речовини, поглиненого одиницею маси або об'єму адсорбенту до початку проскоку, називають динамічної активністю адсорбенту. Статична активність завжди більша динамічної, тому кількість адсорбенту, як правило, визначають за його динамічною активністю [14].

3.5 Технологічні схеми та апарати, які використовують в адсорбційному очищенні стічних вод

Процес адсорбційного очищення стічної води може відбуватися при інтенсивному перемішуванні адсорбенту з водою, при фільтрації води через шар ад-

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

сорбенту або в псевдозрідженому шарі на установках періодичної і безперервної дії [15].

Процес проводять в одну або декілька ступенів. Економічно доцільними є багатоступеневі установки. Використовують установки з послідовним та перехресним введенням адсорбенту. Завдяки більш економічному використанню сорбенту, установки з перехресним введенням адсорбенту застосовуються значно ширше. Недолік перехресної схеми сорбції полягає у важчій експлуатації і великих енергетичних затратах.

Апарати для адсорбційної очищення стічних вод розрізняються за багатьма ознаками:

- за гідродинамічним режимом: адсорбер витіснення, змішування і проміжного типу;
- за організацією процесу: періодичної дії і безперервної;
- за станом шару сорбенту: з нерухомим шаром, з рухомим шаром, з псевдозрідженим шаром
- за конструкцією: ємнісні і колонні.

Адсорбер з нерухомим шаром адсорбенту виконуються у вигляді металевих колон або бетонних резервуарів. Фільтри є однокамерні циліндричні апарати з листової сталі з привареними еліптичними штампованими днищами. До нижнього днища приварені три опори для установки фільтра на фундамент. У верхній і нижній частині апарату розташовані патрубки для підведення і відведення стічної води. Зовні до патрубків приєднані підвідний і відвідний трубопроводи, а всередині – розподільчі пристрої, що складаються з радіально розташованих перфорованих труб. Корпус фільтра обладнаний двома люками для огляду і ремонту внутрішніх пристроїв, а також штуцером для гідравлічної вивантаження відпрацьованого вугілля. Висота шару вугільного завантаження фільтра – 2,5 м.

Адсорбер з псевдозрідженим шаром адсорбенту найбільш часто мають форму циліндричних колон, виконаних з металу. Стічна вода подається в нижню частину апарата по трубчастій системі. Сорбент дозується у псевдозріджений

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

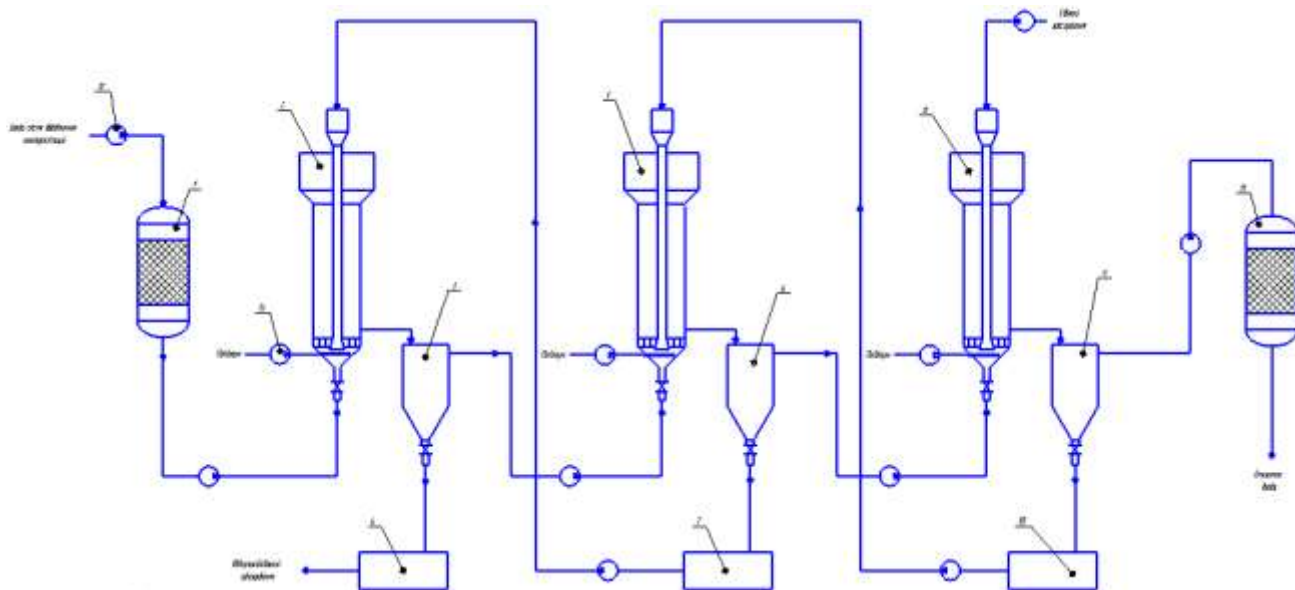
шар у верхній камері і за системою перетічних труб рухається в нижню камеру, звідки відводиться в ущільнювач. Ущільнений шар безперервно виводиться на регенерацію під гідростатичним тиском рідини в апараті або за допомогою ерліфта. Очищена вода відводиться з верхньої камери через кільцевої водозбірний лоток або систему збірних труб.

Установки з адсорберами-змішувачами включають в себе ємності з пристроями, в які подаються сорбент і стічна вода, а також апарати для відділення води від сорбенту [16].

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		26

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

На рисунку 4.1 зображена технологічна схема очищення стічних вод з перехресним рухом адсорбенту.



1, 11 – механічний фільтр; 2,5,8 – адсорбери; 3,6,9 – відстійники; 4,7,10 – баки для адсорбенту; 12– насоси; 13 – компресори.

Рисунок 4.1 – Технологічна схема очищення стічних вод з перехресним рухом адсорбенту.

Вода після відділення нейтралізації надходить на механічний фільтр 1, який заповнений антрацитом для вловлювання завислих речовин перед стадією адсорбції. Після механічного фільтра вода надходить в адсорбер першої стадії 2. Свіжий адсорбент надходить на третю стадію адсорбції. Адсорбція відбувається в псевдозрідженому шарі, який створюється за допомогою подачі повітря у нижню частину адсорбера компресором 13. У верхню частину адсорберу подається адсорбент після другої стадії адсорбції. Процес адсорбції перебігає 40 хвилин після чого вода з адсорбентом надходить у відстійник 3, де відбувається розділення суспензій адсорбенту від очищеної води. Зовні у нижній частині відстійника встановлений магніт, для полегшення і пришвидшення процесу ущільнення вугілля, оскільки вугілля володіє магнітними властивостями за допомогою модифі-

кації поверхні металічним нікелем. Після відстійника вода надходить на другу стадію адсорбцію в адсорбер 5. Суспензія адсорбенту повертається на третю стадію адсорбції або на регенерацію. На другій та третій стадії адсорбції відбуваються описані раніше процеси. Після останньої стадії адсорбції та відстоювання вода надходить механічний фільтр 11, завантажений антрацитом, для вловлювання часточок адсорбенту. Очищена вода після механічного фільтра направляється на потреби підприємства.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		28

5 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Адсорбція у псевдозрідженому шарі адсорбенту застосовується в багатьох технологічних процесах й установках та має ряд переваг, основними з яких є: інтенсивне перемішування зерен адсорбенту, що сприяє збільшенню поверхні, інтенсифікації тепло- і масопередачі, вирівнюванню температур по висоті шару, можливістю реалізувати безперервні процеси. Недоліками цього процесу є підвищена стиранність зерен адсорбенту й нерівномірність їхнього насичення внаслідок інтенсивного перемішування зерен у зваженому шарі по висоті.

5.1 Конструктивний розрахунок адсорбера

Для визначення основних технологічних параметрів роботи адсорберу приймаємо, що відносне розширення псевдозрідженого шару в апараті дорівнює:

$$\frac{H_{\text{адс}}^{\text{п}}}{H_{\text{адс}}} = 1,5.$$

Тоді порізність псевдозрідженого шару з заданим відносним розширенням складає:

$$\varepsilon_{\text{п}} = 1 - \frac{H_{\text{адс}}}{H_{\text{адс}}^{\text{п}}} (1 - \varepsilon) = 1 - \frac{1}{1,5} (1 - 0,4) = 0,6,$$

ε – порозність нерухомого шару, $\varepsilon = 0,4$.

Перетворюємо формулу:

$$\varepsilon_{\text{п}} = \left(\frac{18Re + 0,36Re^2}{Ar} \right)^{0,21},$$

де Re – число Рейнольдса; Ar – число Архімеда.

Число Архімеда визначаємо за формулою:

$$Ar = \frac{gd_{\text{адс}}^3 \rho_{\text{адс}}^{\text{ист}} - \rho_{\text{в}}}{w^2 \rho_{\text{в}}} (1 - P_i),$$

де $d_{\text{адс}}$ – діаметр частинки адсорбенту; $\rho_{\text{адс}}$ – густина адсорбенту; $\rho_{\text{в}}$ – густина води; P_i – питома пористість сорбенту.

$$Ar = \frac{9,8(0,5 \cdot 10^{-3})^3 1900 - 1000}{(1 \cdot 10^{-6})^2 1000} (1 - 0,5) = 522.$$

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$0,6^{4,762} = \frac{18Re + 0,36Re^2}{552}.$$

Звідси знаходимо число Рейнольдса: $Re=1,04$,

$$Re = \frac{V \cdot d_{\text{адс}}}{W};$$

де V – швидкість потоку води, м/год; W – кінематична в'язкість, $\text{м}^2/\text{с}$.

Визначаємо швидкість потоку V , м/год:

$$V = \frac{Re \cdot W}{d_{sb}} = \frac{1,04 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 2,08 \cdot 10^{-3} = 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Знайдемо діаметр адсорбера з формули продуктивності:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4};$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 25}{3,14 \cdot 7,5}} = 2,06 \text{ м.}$$

Діаметр апарата приймаємо 2200 мм.

Верхня частини адсорбера розширена. Її діаметр дорівнює $1,5-1,6D$.

$$D_{\text{в}} = 1,5 \cdot 2200 = 3300 \text{ мм.}$$

Висота адсорберів колонного типу:

$$\frac{H}{D} = \frac{3,5 \div 4,5}{1}.$$

Прийmemo співвідношення $H/D = 3,5$.

Тоді висота циліндричної частини адсорбера дорівнює:

$$H = 4 \cdot D = 3,5 \cdot 2200 = 7700 \text{ мм.}$$

5.1.1 Розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки

Метою розрахунку є визначення товщини стінки циліндричної обичайки корпусу апарата який працює під внутрішнім надлишковим тиском, яка задово-

льняє умовам міцності апарата. Схема до розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки наведена на рисунку 5.1.

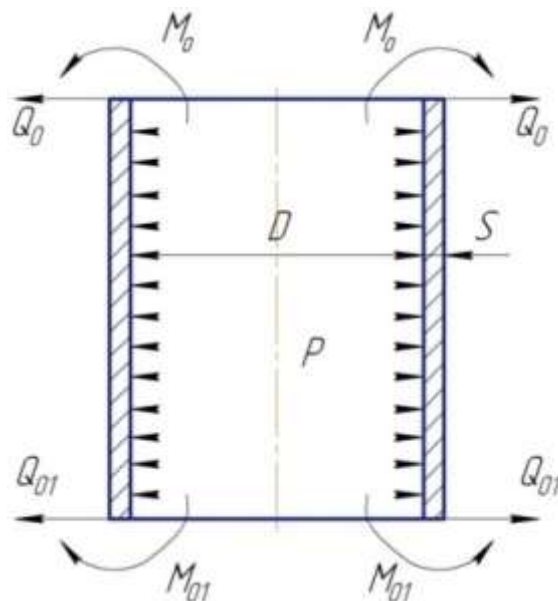


Рисунок 5.1 – Схема до розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки.

Вихідні дані:

допустиме напруження обичайки (сталь X18H10T), $[\sigma]$, МПа 140;
діаметр апарата, D , м 2,2;
тиск в апараті, p_R МПа 0,1.

Визначаємо розрахункову товщину стінки обичайки:

$$S_R = \frac{p_R \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - p_R} = \frac{0,1 \cdot 2200}{2 \cdot 140 \cdot 0,9 - 0,1} = 0,915 \text{ мм},$$

де $\varphi = 0,9$ – коефіцієнт міцності зварних швів.

Приймаємо $S_R = 3 \text{ мм}$ – рекомендована мінімальна товщина стінки для даного діаметра.

Виконавча товщина стінки обичайки:

$$S = S_R + C_1 + C_2 + C_3 = 3 + 0,5 + 0,5 + 0 = 4 \text{ мм},$$

де $C_1 = 0,5$ – прибавка на компенсацію корозії та ерозії; $C_2 = 0,5$ – прибавка на компенсацію мінусового допуску до товщини листа; $C_3 = 0$ – технологічна прибавка.

Приймаємо виконавчу товщину $S_B = 4$ мм.

5.1.2 Розрахунок конічного днища

Метою розрахунку є визначення товщини стінки еліптичного днища кришки апарата. Схема до розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки наведена на рисунку.

Розрахункова схема днища наведена на рисунку 5.3.

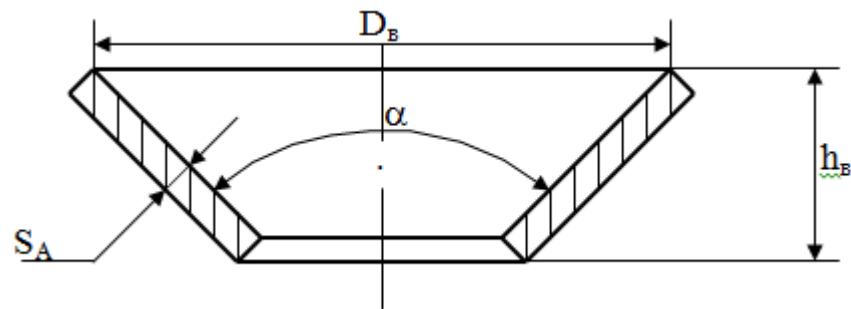


Рисунок 5.3 – Розрахункова схема конічного днища.

Вихідні дані:

розрахунковий тиск в середині апарата, Р, Мпа	0,1;
діаметр апарата, D, м	2,2;
допустиме напруження матеріалу, $[\sigma]$, МПа	140;
умовний діаметр штуцера, d, м	0,4;
Коефіцієнт міцності зварних швів, φ	0,9.

$$S_A = \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot \cos \alpha - p} = \frac{0,1 \cdot 2200}{2 \cdot 140 \cdot 0,9 \cdot \cos 60 - 0,1} = 2,985 \text{ мм.}$$

$\alpha = 60^\circ$.

5.2 Розрахунок механічного фільтра

Необхідна площа фільтрування визначається за формулою:

$$F = \frac{Q \cdot k}{\omega} = \frac{25 \cdot 1,1}{10} = 2,75 \text{ м}^2,$$

де Q – продуктивність, м³/год; ω – швидкість фільтрування при нормальному режимі роботи фільтрів, м/год; k – коефіцієнт запасу площі.

Діаметр фільтру:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,75}{3,14}} = 1,87 \text{ м.}$$

Обрано фільтр ФОВ-2,6-0,6 з висотою фільтруючої насадки 1000 мм і діаметром 2000 мм [4].

Кількість механічних фільтрів, яку необхідно встановити:

$$N_{\phi} = 0,5 \cdot \sqrt{F} = 0,5 \cdot \sqrt{2,75} = 0,83 \approx 1 + 1 \text{ резервний.}$$

5.3 Розрахунок бака для суспензії адсорбенту

Розрахунок баку проводиться за рівнянням:

$$V_p = W \cdot \tau,$$

де W – об'єм суспензії адсорбенту на регенерацію, м³; τ – час перебування суспензії в ємності, год.

Обираємо час перебування рідини в ємності 20 хвилин. Геометричний об'єм ємності більше робочого на 10-15%, що враховується при виборі ємності.

Розрахуємо об'єм баку за формулою:

$$V_p = 5 \cdot 0,33 = 1,5 \text{ м}^3.$$

Якщо врахувати надбавку 15 %, то геометричний об'єм ємності складатиме 1,725 м³. Обираємо ємність, прямокутну в плані з параметрами: висота 0,5 м, ширина 1,1 м, довжина 1,1 м, виготовлену з поліпропілену.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4 Розрахунок насосів та трубопроводів

Вихідні дані: насос для перекачування стічної води до сатуратора за температури 20 °С. Витрата води 25 м³/год, що дорівнює 0,0069 м³/с.

Вибір трубопроводу. Для всмоктувального і нагнітального трубопроводу стічної води прийнято однакову лінійну швидкість води ω , що дорівнює 2 м/с.

Тоді діаметр дорівнює [9]:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0069}{3,14 \cdot 2}} = 0,067.$$

Обирано трубопровід з внутрішнім діаметром $d=0,076$ м. Товщина стінки становить 0,004 м, та зовнішній діаметр 0,08 м.

Фактична швидкість води в трубі:

$$\omega = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,069}{3,14 \cdot 0,076^2} = 1,52 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Прийнято, що трубопровід сталевий (ВСТЗсп), корозія незначна.

Визначення втрат на тертя і місцеві опори:

розрахунок критерію Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega d \rho}{\mu} = \frac{1,52 \cdot 0,076 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 114792.$$

Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим.

Абсолютну шорсткість трубопроводу прийнято рівною $2 \cdot 10^{-4}$ м. В цьому випадку:

$$e = \Delta/d = 2 \cdot 10^{-4}/0,076 = 0,0026.$$

$$560 \cdot 1/e = 215385.$$

$$10 \cdot 1/e = 3846.$$

Умова $10 \cdot 1/e < Re < 560 \cdot 1$ є виконується і розрахунок λ слід проводити за формулою:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{1}{e} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{1}{0,026} + \frac{68}{114792} \right)^{0,25} = 0,49.$$

Визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів окремо для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії:

1) Вхід в трубу (приймаємо з гострими краями): $\xi_1 = 0,5$.

2) Прямоточні вентиля: для $d = 0,076$ м, $\xi_\alpha = 0,6$.

Домножуючи на поправочний коефіцієнт 0,925, одержуємо $\xi_2 = 0,55$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальній лінії:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + \xi_2 = 0,5 + 0,55 = 1,05.$$

Визначення втрати напору для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії втрата напору складає:

$$h_{\pi.вс} = \left(\lambda \frac{1}{d_e} + \sum \xi_{м.с} \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0,49 \cdot \frac{1}{0,076} + 1,96 \right) \frac{1,52^2}{2 \cdot 9,81} = 0,99 \text{ м.}$$

Визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів окремо для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії:

1) Вхід в трубу (приймаємо з гострими краями): $\xi_1 = 0,5$.

2) Прямоточні вентиля: для $d = 0,2$ м, $\xi_\alpha = 0,6$.

Домножуючи на поправочний коефіцієнт 0,925, одержуємо $\xi_2 = 0,55$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальній лінії:

$$\sum \xi = 3 \cdot \xi_1 + 2 \cdot \xi_2 + \xi_3 = 2 \cdot 0,09 + 3 \cdot 4,6 + 1 = 14,98.$$

Втрачений напір в нагнітальній лінії:

$$h_{\pi.наг} = \left(\lambda \frac{1}{d_e} + \sum \xi_{м.с} \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0,49 \cdot \frac{1}{0,076} + 14,98 \right) \frac{1,52^2}{2 \cdot 9,81} = 2,52 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору:

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_{\text{втр}} = h_{\text{п.вс}} + h_{\text{п.наг}} = 0,99 + 2,52 = 3,51 \text{ м.}$$

Вибір насоса.

Знаходимо напір насоса за формулою:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + H_{\Gamma} + h_{\text{втр}},$$

де p_1 – тиск в апараті, з якого перекачується рідина; p_2 – тиск в апараті, в який подається рідина, різниця тисків дорівнює надмірному тиску, Па; H_{Γ} – геометрична висота підйому рідини.

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^6}{998 \cdot 9,81} + 1,5 + 3,51 = 15,22 \text{ м. вод. ст.}$$

Напір при заданій продуктивності забезпечується відцентровими насосами.

Визначимо корисну потужність насоса:

$$N_{\pi} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,0069 \cdot 15,22 = 1,03 \text{ кВт.}$$

Приймаючи к.к.д. передачі $\eta_{\text{пер}} = 1$ і $\eta_{\text{н}} = 0,6$ (для відцентрового насоса середньої продуктивності), знайдемо потужність на валу двигуна:

$$N = \frac{N_{\pi}}{\eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{н}}} = \frac{1,03}{0,6 \cdot 1} = 1,72 \text{ кВт.}$$

Заданим подачі і напору більше всього відповідає відцентровий насос марки CDXM 200/12, $Q = 25 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 12,5 \text{ м}$, $\eta_{\text{н}} = 0,6$ [20].

Для перекачування суспензії адсорбенту обрано насоси типу НД400/16, продуктивністю $0,4 \text{ м}^3/\text{год}$, напір нагнітання 160 м вод. ст. з електродвигуном ВАО-21-4, потужністю $1,1 \text{ кВт}$, кількість насосів три, а також один резервний [19].

5.5 Вибір компресора

На 1 дм^3 стічної води потрібно подати $0,05 \text{ дм}^3$ повітря.

За заданої продуктивності води $25 \text{ м}^3/\text{год}$, потрібно $1,25 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря, отже компресор повинен працювати з продуктивністю $1,25 \text{ м}^3/\text{год}$. Для забезпечення необхідної продуктивності підходить стандартний поршневий компресор з

прямим приводом СБ4/С-50.GM192, продуктивністю 105 дм³/хв, тиск становить 8 атм, ресивер розрахований на 50 дм³. Вага складає 40 кг, потужність становить 1,3 кВт [17].

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		37

6 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Автоматизація приводить до поліпшення основних показників ефективності виробництва: збільшення кількості, поліпшення якості та зниження собівартості виробленої продукції, підвищення продуктивності праці. Упровадження автоматичних систем керування забезпечує високу якість продукції, зменшення браку та відходів виробництва, зменшення витрат сировини й енергії, зменшення чисельності технічного персоналу, зниження капітальних витрат на будівництво споруд, подовження термінів міжремонтного устаткування, покращення екологічної ситуації.

6.1 Аналіз технологічного процесу отримання води очищеної

На підставі здійсненого аналізу особливостей технологічного процесу очищення стічних вод адсорбційним методом (опис схеми наведений у розділі 4), його апаратурного оформлення та норм технологічного режиму необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва:

- контроль і регулювання витрати вихідної води;
- контроль і регулювання перепаду тиску у механічних фільтрах;
- контроль тиску повітря для створення псевдозрідженого шару;
- контроль рівня рідини в адсорбері;
- контроль рівня рідини у відстійнику;
- контроль рівня рідини у баку для суспензії адсорбенту;
- контроль температури очищеної води;
- контроль рівня суспензії адсорбенту у мірниках.

Значення параметрів регулювання та контролю виробництва наведено в таблиці 6.1

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 6.1 – Параметри регулювання та контролю виробництва

№	Назва стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Назва контрольованого чи регульованого параметра	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	Трубопровід вихідної води	Витрата	25 м ³ /год	контроль, регулювання
2	Механічний фільтр	Перепад тиску	0,6 МПа	контроль
3	Адсорбер	Рівень	5 м	контроль, регулювання
4	Трубопровід повітря	Тиск	0,2 МПа	контроль
5	Відстійник	Рівень	3,5 м	контроль,
6	Мірники	Рівень	1 м	контроль, регулювання
7	Трубопровід очищеної води	Температура	15...25°C	контроль

6.2 Опис розробленої схеми автоматизації

Для забезпечення нормальної роботи усього технологічного устаткування, збільшення продуктивності виробництва, підвищення якості продукту, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, а також мінімізації можливих помилок технологічного персоналу розроблено схему автоматизації, що призначена вирішувати всі ці завдання [5, 6]. Схема автоматизації включає низку контурів автоматичного контролю та регулювання режимних параметрів технологічного процесу.

Контроль, регулювання витрати вихідної води в трубопроводі забезпечує контур 1, який складається з первинного перетворювача витрати (1-1), проміжного перетворювача (1-2), вторинного показувального та реєструвального приладу (1-3), регулювального блока (1-4), пневматичного виконавчого механізму (1-5).

Контур 2 застосовують для контролю перепаду тиску на механічному фільтрі. Складається з первинного вимірювального перетворювача перепаду тиску

(2-1) та вторинного показувального та реєструвального приладу з пристроєм сигналізації (2-2)

Для контролю рівня води в адсорбері, а також забезпечення встановленої періодичності процесу розроблено контур 3. Контур містить рівнемір радарний (3-1), показувальний та реєструвальний вторинний прилад (3-2), регулятор мікропроцесорний восьмиканальний (3-3), електричні виконавчі механізми (3-4...3-9).

Для вимірювання та реєстрації рівня рідини у відстійниках використовуються контури 4, 7, 10, які містять рівнеміри з пневматичним передавальним перетворювачем (4-1, 7-1, 10-1), пневматичні показувальні та реєструвальні вторинні прилади (4-2, 7-2, 10-2).

Для контролю тиску повітря, що подається в адсорбер для створення псевдозрідженого шару, використовуються контури 5, 8, 11, які включають в себе вимірювальні перетворювачі тиску (5-1, 8-1, 11-1), показувальні та реєструвальні прилади (5-2, 8-2, 11-2).

Для контролю та сигналізації рівня в баках для суспензії адсорбенту використовуються контури 6, 9, 12, які включають в себе рівнеміри з пневматичним передавальним перетворювачем (6-1, 9-1, 12-1), вторинні показувальні і реєструвальні прилади з пристроєм сигналізації (6-2, 9-2, 12-2).

Контур 13 застосовують для контролю та сигналізації перепаду тиску на механічному фільтрі. Складається з первинного вимірювального перетворювача перепаду тиску (13-1) та вторинного показувального та реєструвального приладу з пристроєм сигналізації (13-2)

Для контролю температури очищеної води використовується контур 14. Включає в себе первинний вимірювач температури (14-1), вторинний показувальний та реєструвальний прилад (14-2).

Контур 15, 16 та 17 застосовують для контролю та регулювання рівня суспензії адсорбенту в мірниках. Контури містять датчики-реле рівня ємнісні (15-1, 16-1, 17-1).

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дистанційне керування роботою електроприводами компресорів та насосів здійснюється контурами 18, 19 (M1, M2), які включають магнітні пускачі (МП1, МП2), кнопки запобіжного вимикання (SA1, SA2), пости управління (SB1, SB2, SB3, SB4), лампи сигнальні світлодіодні із зеленим індикатором (HL6, HL8), лампи сигнальні світлодіодні із червоним індикатором (HL7, HL9).

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		41

7 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

Економіко-організаційні розрахунки дозволяють обґрунтувати доцільність техніко-технологічних рішень. В умовах ринкової економіки від інженерно-технічного, технологічного персоналу підприємства власники цих підприємств очікують вміння застосовувати сучасні форми організації діяльності, формування нових моделей виробництва, організаційно-економічного забезпечення ефективної праці.

7.1 Організаційна структура цеху

Посади та схема підпорядкування цеху відображені на схемі (рисунок 7.1):

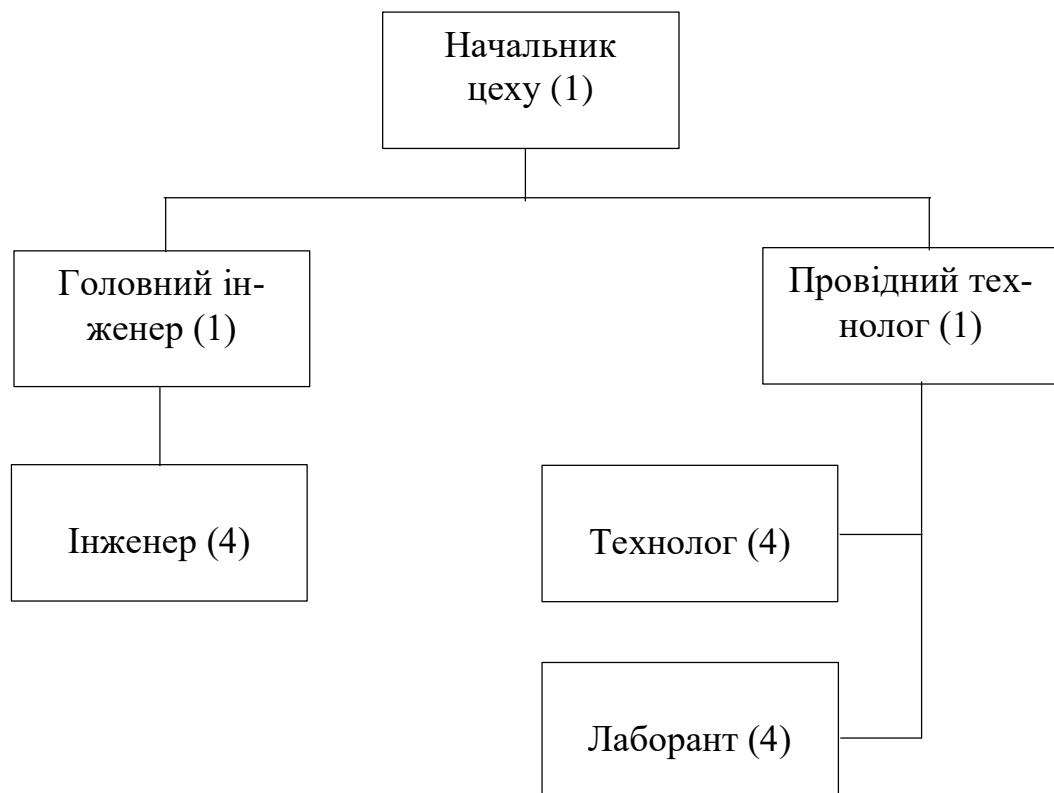


Рисунок 7.1 – Схема організаційної структури підприємства.

Начальник цеху займається організаційною діяльністю, встановлює рівень заробітної плати, затверджує кошторис підприємства.

Головний інженер відповідає за виробництво продукції, техніку безпеки на виробництві, забезпечення умов праці.

Провідний технолог контролює роботу технологічного процесу, відповідає за виробництво продукції, техніку безпеки на виробництві, забезпечення умов праці.

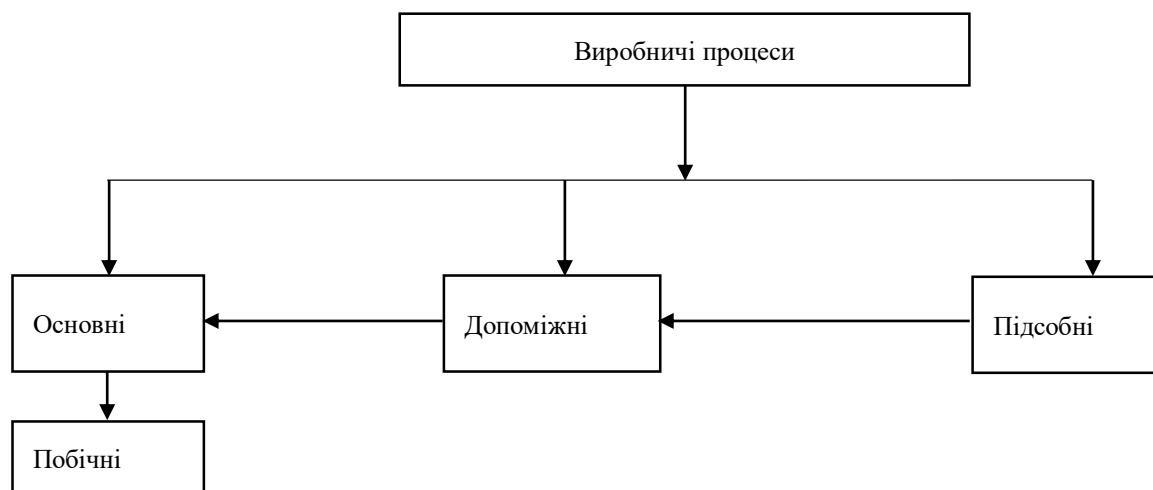
Лаборант слідкує за відповідністю виготовленої продукції державним стандартам.

Інженер конструює або вдосконалює апарати та обладнання.

7.2 Технологічна підготовка підприємства

7.2.1 Класифікація виробничих процесів

Виробничий процес – це поєднання живої сили і техніки у просторі і часі. Виробничі процеси поділяються на основні, допоміжні, підсобні та побічні.



Основні процеси – це процеси, без яких не можна виготовити кінцеву продукцію. Сукупність дій по перетворенню матеріалів та напівфабрикатів у готову продукцію.

Допоміжні процеси обслуговують основні процеси, мають забезпечувати безперебійне протікання основного процесу. Прикладами є ремонт, забезпечення електропостачання, замовлення товару на складі, складування товару.

Підсобні процеси обслуговують допоміжні процеси, прикладом є закупівля сировини для допоміжного виробництва.

Бічні процеси не беруть участь у виробництві основного продукту, прикладом може бути переробка відходів.

До основних належать процеси: першої, другої і третьої стадії адсорбції, відстоювання після адсорбції для відділення води від суспензії адсорбенту.

Допоміжними є процеси – підготовка та налаштування обладнання, вхідний та вихідний контроль якості продукції та сировини.

Підсобні виробничі процеси: забезпечення необхідним інвентарем та спецодягом, побутовими знаряддями праці складування сировини і готової продукції; ремонт обладнання; транспортування готової продукції.

Бічні виробничі процеси: регенерація або утилізація вугілля.

7.2.2 Види руху предметів праці

Предмет праці – це сировина, матеріал, комплектуючі.

Види руху предметів праці (ВРПП) – це порядок проходження предметів праці через всі стадії виробничого циклу. Виділяють ВРПП послідовний, паралельний, синхронізований та змішаний.

В таблиці 7.1 вказано тривалість стадій виробничого процесу.

Таблиця 7.1 – тривалість стадій виробничого процесу

№	Технологічна стадія	Тривалість, хв.
1	Фільтрація на механічному фільтрі	60
2	Адсорбція у першому адсорбері	40
3	Відділення води після адсорбера від суспензії адсорбента у першому відстійнику	20
4	Адсорбція у другому адсорбері	40

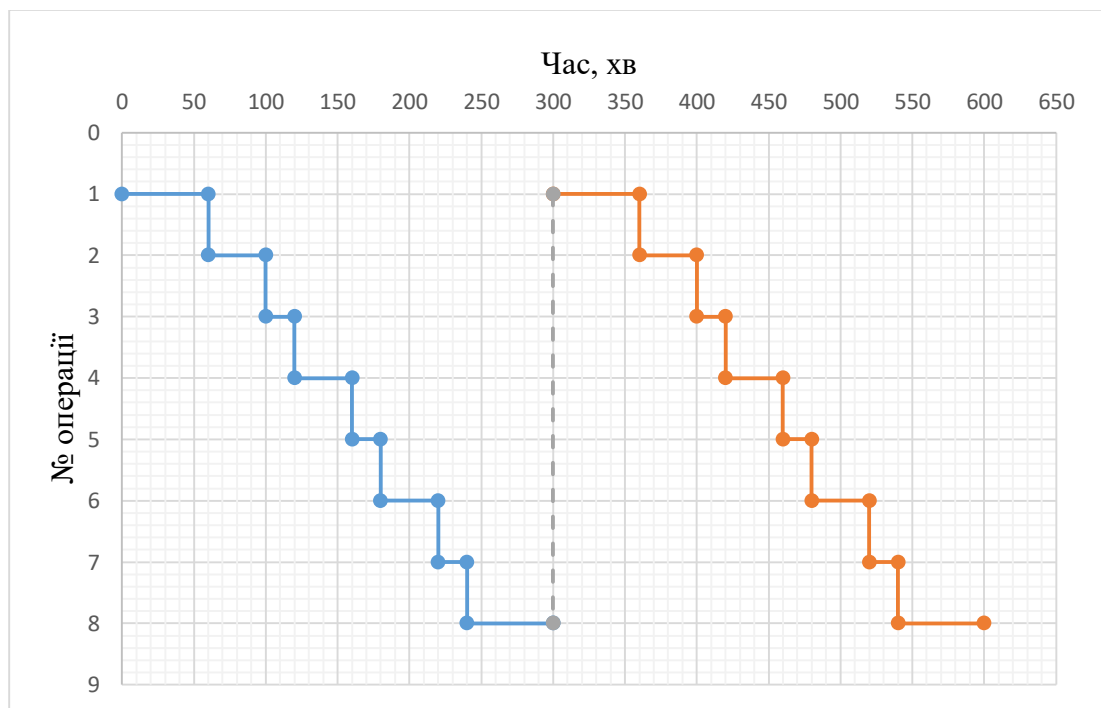
5	Відділення води після адсорбера від суспензії адсорбента у другому відстійнику	20
6	Адсорбція у третьому адсорбері	40
7	Відділення води після адсорбера від суспензії адсорбента у третьому відстійнику	20
8	Фільтрація на механічному фільтрі	60

Потужність станції 25 м³/год. Враховуючи потужність станції розрахуємо річний випуск продукції:

$$B = 8760 \cdot 25 = 219000 \text{ м}^3$$

Послідовний ВРПП

Послідовний ВРПП – друга одиниця продукції запускається у виробництво після завершення виробництва першої.



$T_{ВЦ}$ – тривалість виробничого циклу розраховується за формулою:

$$T_{ВЦ} = B \sum_{i=1}^m t_i,$$

де B – кількість виробів, m – кількість операцій, t_i – тривалість i -ої операції.

Розрахуємо тривалість виробничого цикл враховуючи потужність станції:

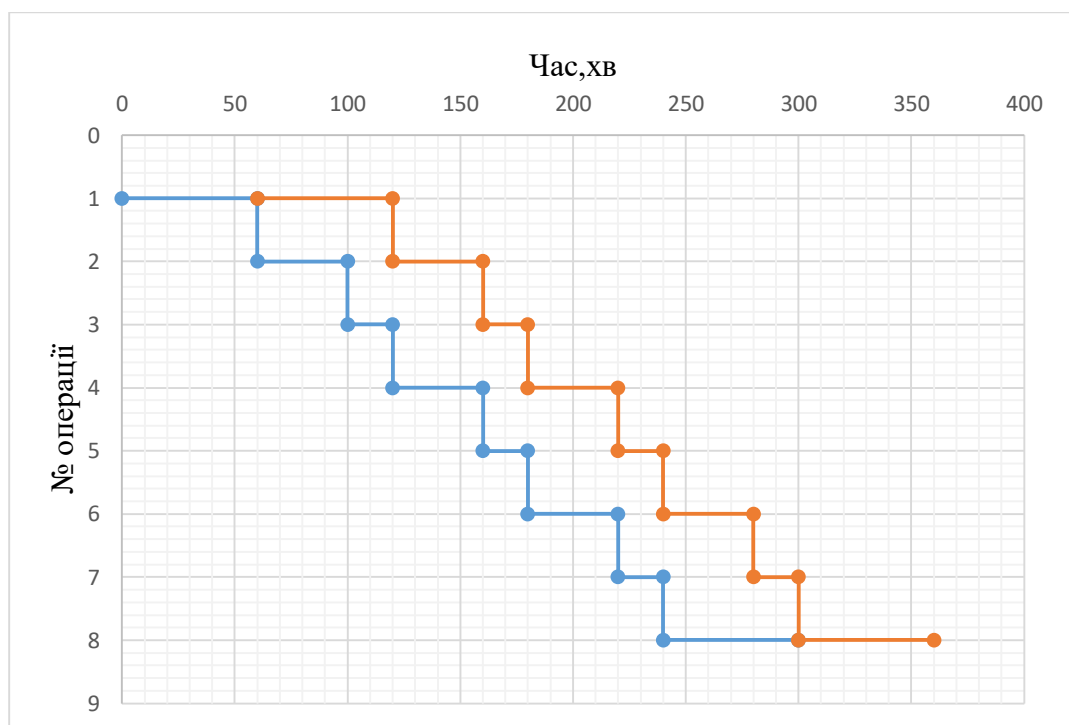
$$T_{BC}^{посл} = (219000 \cdot (60 + 40 + 20 + 40 + 20 + 40 + 20 + 60)) \div 25 = 2628000 \text{ хв} = 43800 \text{ год}$$

$$N_{обл.} = 8 \text{ од.}$$

$$Ч. = 1 \text{ особа.}$$

Паралельний ВРПП

Паралельний ВРПП – наступна одиниці продукції запускається у виробництво, як тільки звільнилось обладнання на першій операції.



$$T_{BC} = \sum_{i=1}^m t_i + (B - 1)t_{max} ,$$

де B – кількість виробів; m – кількість операцій; t_{max} – тривалість максимальної операції.

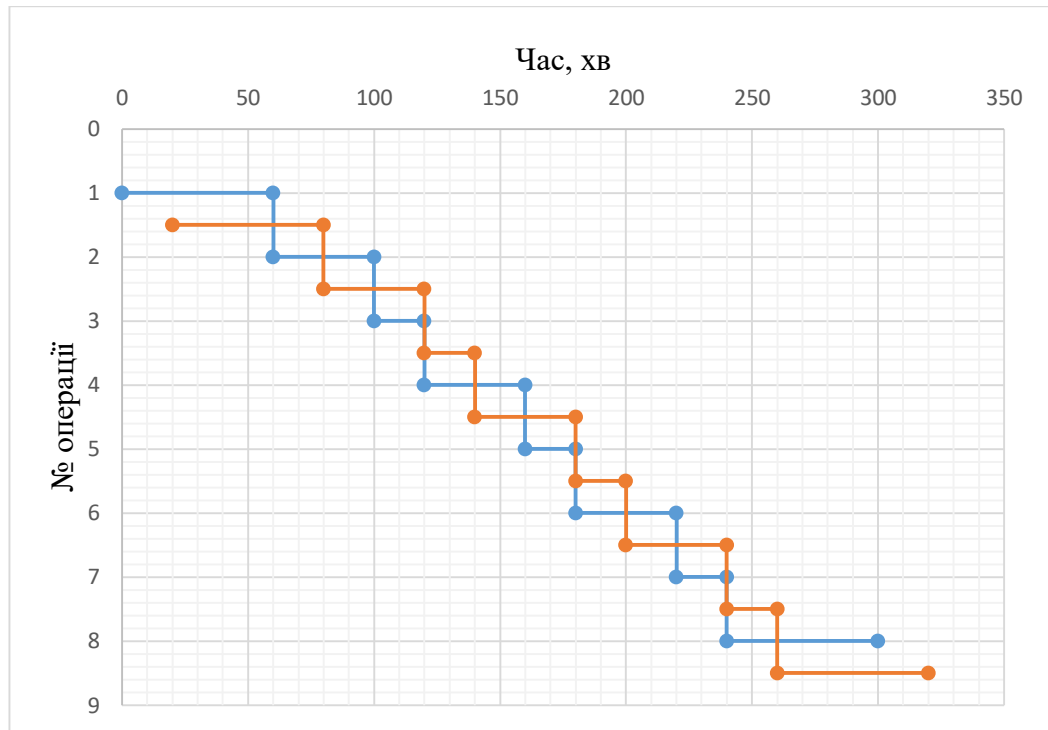
$$T_{BC}^{факт} = ((60 + 40 + 20 + 40 + 20 + 40 + 20 + 60) + (219000 - 1) \cdot 60) \div 25 = 525609 \text{ хв.} = 8760 \text{ год.}$$

$$N_{обл.} = 8 \text{ од.}$$

$N_{\text{прац.}} = 8 \text{ особи.}$

Синхронізований ВРПП

Синхронізований ВРПП – наступна одиниця продукції запускається у виробництво з певним ритмом і застосуванням інших ліній.



$$T_{BЦ} = \sum_{i=1}^m t_i + (B-1)R,$$

де B – кількість виробів; m – кількість операцій; R – ритм (20 хв.)

$$T_{BЦ}^{\text{факт}} = ((60 + 40 + 20 + 40 + 20 + 40 + 20 + 60) + (219000 - 1) \cdot 20) \div 25 = 175200,4 \text{ хв.} = 2920 \text{ год.}$$

$$N_{\text{обл.}} = 18 \text{ од.}$$

$$N_{\text{прац.}} = 18 \text{ осіб.}$$

Отже для даного виробництва оптимальним ВРПП є паралельний, оскільки він дозволяє отримати необхідну кількість партій враховуючи продуктивність станції. Через занадто велику тривалість виробничого циклу, а також через недо-

статню кількість партій, що можливо отримати ми не можемо вибрати послідовний ВРПП. Синхронізований ВРПП потребує додаткової кількості працівників та одиниць обладнання, і вартість обладнання буде досить високою, щоб закупити його в необхідному об'ємі.

7.2.3 Середньорічні показники роботи підприємства

Режим роботи цеху – безперервний

$$T_{\text{рік}}^{\text{підпр}} = 8760 \text{ год.}$$

Тривалість виробничого циклу середньорічна:

$$T_{\text{ВЦ}}^{\text{рік}} = 8760 \text{ год.}$$

Річний випуск продукції був заданий при розрахунку ВРПП Заданий річний випуск складає 12882 одиниць партії води по 17 м³ кожна, враховуючи безперервну роботу підприємства розрахуємо добовий випуск продукції.

$$V_{\text{доб}} = \frac{V_{\text{річн}}}{365} = \frac{219000}{365} = 600 \text{ м}^3.$$

Явочна чисельність – максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання відповідного об'єму робіт та для повної комплектації робочих місць у кожному структурному підрозділі цеху підприємства протягом робочої зміни.

Явочна кількість робочого персоналу складає:

$$Ч_{\text{яв}} = 6 \text{ ос.}$$

Чисельність за списком складає:

$$Ч_{\text{сп}} = \text{начальник цеху (1 особа)} + \text{провідний технолог (1 особа)} + \text{головний інженер (1 особа)} + \text{технолог (4 особи)} + \text{інженер (4 особи)} + \text{лаборант (4 особи)} = 15 \text{ ос.}$$

Для того, щоб визначити річну тривалість роботи працівника побудуємо графік змінності.

Режим роботи підприємства: підприємство працює безперервно у три зміни по 8 годин. Перша зміна з 6:00 до 14:00, друга зміна – з 14:00 до 22:00, третя зміна – з 22:00 до 6:00. Відповідно до цього формується чотири бригади, які працюють безпосередньо на виробничій лінії у три зміни. До складу бригади входить технолог, лаборант та механік. Начальник цеху, провідний технолог, головний інженер, економіст та прибиральник працюють у першу зміну з 9:00 до 17:00

Графік змінності для бригад виглядатиме наступним чином.

Таблиця 7.2 – Графік змінності

Дата Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
I	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В
II	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1
III	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2
IV	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3

Фактична тривалість роботи працівника складатиме:

$$T_{\text{прац}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об.}}} \cdot (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{виз.}}) \cdot t_{\text{зм}}$$

де 365 – кількість днів протягом року за календарем; $T_{зм.об}$ – змінооборот (кількість днів між виходом бригади в одну і ту ж саму зміну); $T_{вих}$ – кількість вихідних днів протягом змінообороту; $t_{зм.}$ – тривалість зміни.

$$T_{прац} = \frac{365}{16} \cdot (16 - 1) \cdot 8 = 2190 год / рік .$$

Інший персонал працює 5 днів на тиждень в одну зміну з 09:00 до 17:00

Таблиця 7.3 – Графік змінності для управлінського персоналу

Зміна (день)	31	1
	30	1
	29	1
	28	В
	27	В
	26	1
	25	1
	24	1
	23	1
	22	1
	21	В
	20	В
	19	1
	18	1
	17	1
	16	1
	15	1
	14	В
	13	В
	12	1
	11	1
	10	1
	9	1
	8	1
	7	В
	6	В
	5	1
	4	1
	3	1
	2	1
	1	1

Розрахуємо фактичну тривалість роботи працівника:

$$T_{річ.прац} = \frac{365 - T_{св}}{7} \cdot 40 - (T_{св}^* - 1) \cdot 1 ;$$

$$T_{річ.прац} = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) \cdot 1 = 2016 \text{ год};$$

де 40 – кількість робочих годин протягом тижня; 365 – кількість днів протягом року за календарем; $T_{св}$ – кількість святкових днів у році; $T_{св}^*$ – кількість святкових днів у році, які не співпадають з вихідними;

7.2.4 Контроль виробництва

Технічний контроль – складова будь-якого виробничого процесу, що здійснюється на всіх його стадіях – від надходження сировини, матеріалів, палива, напівфабрикатів, комплектуючих виробів до випуску готової продукції.

Під технічним контролем розуміється перевірка дотримання вимог, що пред'являються до якості продукції на всіх стадіях її виготовлення, і всіх виробничих умов і факторів, що забезпечують необхідну якість.

На даному підприємстві об'єктами контролю є:

1. сировина;
2. очищена вода;
3. технологічний процес;
4. технологічне обладнання;
5. допоміжні процеси (ремонт, зберігання, складування).

Суб'єкти контролю визначаються за розпорядженням власника підприємства:

1. Провідний технолог
2. Механік
3. Лаборант

Оперативний технологічний контроль проводиться провідним технологом та механіком і передбачає:

- Підтримання заданої продуктивності.
- Систематичний огляд і контроль об'єктів;
- Визначення кількості обробленої води на протязі зміни по кожному адсорберу – при здачі зміни (запис у добовій відомості);
- Своєчасне відключення адсорберів;

Хімічний контроль

Вода після адсорберів повинна бути стабільною, тобто не повинна утворювати ніяких відкладень в адсорберах та відстійниках для запобігання забиття пор сорбенту. Очищена вода повинна мати вміст сполук міді не більше ніж 2 мг-екв/дм³

Виробничий (загальний) хімічний контроль проводиться лаборантами згідно затвердженого графіка і передбачає визначення:

- рН середовища;
- вмісту сполук міді;

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

- прозорість;
- окиснюваність;
- твердий залишок.

7.3 Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва

7.3.1 Баланс споживання оборотних фондів на підприємстві

До оборотних фондів даного виробництва належать:

- стічні води;
- активоване вугілля Norit;
- електроенергія

Ціна електроенергії на рік:

Потужність обладнання $N = 33$ кВт.

Ціна 1кВт=232 копійок в денний час, а в нічний час: 1кВт=116 копійок.

Підприємство працює 24 години на добу 365 днів на рік у три зміни:

06:00-14:00: $C_{e/e} = 2,32$ грн;

14:00-22:00: $C_{e/e} = 2,32$ грн;

22:00-06:00: $C_{e/e} = 1,16$ грн.

$$Z_{e/e} = 33 \cdot (2,32 \cdot 8 \cdot 365 + 2,32 \cdot 8 \cdot 365 + 1,16 \cdot 8 \cdot 365) =$$

$$= 558\,888 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Сумарні витрати на сировину та річний випуск продукції наведені в таблиці 7.4.

Таблиця 7.4 – Сумарні витрати на сировину та річний випуск продукції

Завантажено			Отримано		
Найменування	Кількість	Ціна, грн	Найменування	Кількість	Ціна, грн
Стічні води	250000 м ³	25000	Очищена вода	219000 м ³	3394500
F400 _{ок}	600 кг	30000			
Електроенергія					
Всього	-	55000	Всього		3394500

До оборотних фондів даного виробництва належать:

- стічні води;
- активоване вугілля Norit;
- електроенергія.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		53

7.3.2 Паспорт якості

ТОВ «Металург»

Адреса: Київська обл., м. Київ, вул. Борщагівська 146

Паспорт № 00.000

Партія № 00

Найменування продукту: очищена вода

Якість відповідає: ГОСТ 2874-82

Показники якості:

Показник якості	Одиниця вимірювання	Норма	Фактично
Жорсткість	мг-екв/дм ³	1,8-2,2	
Лужність	мг-екв/дм ³	0,9-1,2	
Вміст йонів Cu ²⁺	мг-екв/дм ³	до 2	
Прозорість за «хрестом»	см	до 30	
рН		6,5-8,5	

Особливі властивості та застережні засоби:

Потрібно проводити жорсткий контроль, щоб всі показники входили в область допустимої норми затвердженої за ГОСТ 2874-82.

Дата виготовлення _____.

Лаборант _____.

(підпис)

Технолог _____.

(підпис)

7.3.3 Калькуляція на продукцію

Калькуляція – спосіб розрахунку загальної суми витрат на придбання матеріальних цінностей, виготовлення та реалізацію продукції. Складемо калькуляцію за елементами на один із видів продукції.

Вартість основних фондів:

- Купівля приміщення - 1 616 000грн;
- Нематеріальні активи – 9 000 грн;
- Господарський інвентар – 12 000 грн;
- Вартість обладнання в таблиці 7.5.

Таблиця 7.5 – Вартість обладнання

Обладнання	Кількість, од	Вартість, грн/од	Загальна вартість, грн
Механічний фільтр	2	85000	170000
Адсорбер	3	115000	345000
Відстійник	3	96000	288000
Насос	8	3975	31800
Всього	-	-	834800

$$\text{ОФ} = 1616000 + 9000 + 12000 + 834800 = 2463700.$$

Ціна електроенергії на рік:

Потужність обладнання $N = 33$ кВт

Ціна 1кВт=232 копійок в денний час, а в нічний час: 1кВт=116 копійок.

Підприємство працює 24 години на добу 365 днів на рік у три зміни:

06:00-14:00: $C_{e/e} = 2,32$ грн;

14:00-22:00: $C_{e/e} = 2,32$ грн;

22:00-06:00: $C_{e/e} = 1,16$ грн.

$$\begin{aligned} Z_{e/e} &= 33 \cdot (2,32 \cdot 8 \cdot 365 + 2,32 \cdot 8 \cdot 365 + 1,16 \cdot 8 \cdot 365) = \\ &= 558\,888 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}. \end{aligned}$$

Таблиця 7.6 – Амортизація основних фондів підприємства

Основні засоби	Вартість, грн	Час корисного використання, років	Амортизаційні відрахування, грн/рік
Обладнання (honeywell)	834800	10	83480
Приміщення	1 616 000	20	80800
Виробничий і господарський інвентар	12000	4	3000
Нематеріальні активи	9000	12	750
Всього			168030

В таблиці 7.7 наведено заробітні плати працівників для розрахунку ФОП.

Таблиця 7.7 – Заробітна плата працівників

Посада	Кількість	Посадовий оклад, грн/міс.	Витрати на з/п, грн/рік.
Начальник цеху	1	20000	240000
Провідний технолог	1	17000	204000
Головний інженер	1	12000	144000
Технолог	4	10000	480000
Лаборант	4	6000	288000
Механік	4	6000	288000
Всього	15		1 644 000

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} \cdot 1,22 = 1\,644\,000 \cdot 1,22 = 2\,005\,680 \text{ грн.}$$

$$\text{ОБЗ} = \text{Ц}_{\text{сиров}} + \text{Ц}_{\text{ел}} + \text{ФОП} =$$

$$55000 + 558888 + 2\,005\,680 = 2\,619\,568 \text{ грн/рік.}$$

Калькуляція на продукцію наведена в таблиці 7.8.

Таблиця 7.8 – Калькуляція на вид продукції

№	Стаття (елемент)	Вартість, грн
1	Оборотні фонди:	
	- Сировина	55000
	- Затрати на енергоресурси	558 888
	- ФОП	2 005 680
2	Відрахування на амортизацію (споруди, обладнання)	168030
	Σ	2 860 598

7.3.4 Розрахунок техніко-економічних показників підприємства

Собівартість води на виході з цеху (за рік) розраховується як:

$$C = O\delta 3 + A$$

Собівартість води на виході з цеху (за рік) складає:

$$C = 2\,692\,568 + 168\,030 = 2\,860\,598 \text{ грн/рік.}$$

За рік випускається 219000 м³ води очищеної.

Собівартість 1 м³ води очищеної:

$$C_{\text{пит}} = C/V = 2\,860\,598 / 219\,000 = 13,06 \text{ грн/м}^3.$$

Оскільки даний цех водопідготовки не продає очищену воду, а постачає її для подальшого використання, то прибуток дорівнює нулю.

Розрахуємо капіталовкладення:

$$\begin{aligned} K &= OF + O\delta 3 = 2\,463\,700 + 2\,692\,568 = \\ &= 5\,156\,268 \text{ грн.} \end{aligned}$$

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянувши технологічну схему, можна прийти до висновку, що у відділенні використовуються шкідливі й небезпечні виробничі фактори, такі як: пожежонебезпечні речовини, електроенергія тощо.

У відділенні до небезпечного обладнання належить: механічний фільтр, адсорбер.

Проектні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

В даному розділі на основі оцінки шкідливих та небезпечних виробничих факторів, з урахуванням особливостей виробничого середовища відділення розроблено комплекс заходів щодо створення здорових та безпечних умов праці та пожежної безпеки.

8.1 Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на проектуваному об'єкті. Заходи з охорони праці

8.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, роботи у відділенні відносяться до категорії середньої важкості Пб. У таблиці 8.1 наведені оптимальні значення параметрів мікроклімату, прийняті проектом.

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони, технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, охолоджуючих конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 °С за межі оптимальних температур повітря в теплий період року для даної категорії робіт.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Таблиця 8.1 – Санітарні норми мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Оптимальні величини			Допустимі величини						
		Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху повітря, м/с	Температура °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і не постійних	Швидкість руху(м/с) повітря на робочих місцях – постійних і не постійних	
					Верхня межа		Нижня межа				
					На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях			
Холодний	Середньої важкості II б	17-19	60-40	0,2	21	23	15	13	75	не більше 0,4	
Теплий		20-22	60-40	0,3	27	29	15	15	70	0,5-0,2	

Для нормалізації повітря робочої зони проектом передбачено використання системи штучної вентиляції. Природний обмін повітря здійснюється за допомогою вікон.

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця. Аерація передбачена для видалення забрудненого повітря з місця його утворення.

Для підвищення ефективності вентиляційних систем передбачено герметизацію всього технологічного обладнання.

Передбачено аварійну вентиляцію (тільки витяжна), яка призначена для швидкого видалення великих кількостей шкідливих та вибухонебезпечних речовин, а також забрудненого пилом повітря, що виникає при порушеннях технологічного процесу або аваріях технологічного обладнання.

Для контролю мікроклімату використовуються: термометри, психрометри та анеометри.

Розрахунок аерації цеху

Конструкція стулки віконного прорізу – одинарна підвісна. Висота й довжина стулки рівні, кут відкриття стулки $\alpha = 45^\circ$. Ліхтар П-подібний із фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які перебувають на відносній відстані $l/h = 1,5$, з кутом відкриття $\alpha = 90^\circ$. Визначаємо температуру повітря, що видаляється з верхньої частини приміщення [18]:

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{зовн}} + \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{пз}}}{m}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

де $t_{\text{зовн}}$ - температура зовнішнього повітря, для Києва в теплий період $t=23,5^\circ$; $t_{\text{вн}}$ - температура внутрішнього повітря; $t_{\text{вн}}=22^\circ\text{C}$; $t_{\text{пз}}$ - температура повітря, що надходить до робочої зони. $t_{\text{пз}} = t_{\text{зовн}}$, $t_{\text{пз}} = 23,5^\circ\text{C}$; m - коефіцієнт, приймаємо 0,53;

$$t_{\text{вид}} = 23,5 + \frac{22 - 23,5}{0,53} = 20,67, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Визначаємо питому вагу повітря:

$$\rho = \frac{353}{t + 273}, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{зовн}} = \frac{353}{23,5 + 273} = 1,191, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{вид}} = \frac{353}{20,67 + 273} = 1,202, \text{ кг/м}^3.$$

Розподілений тиск визначаємо за формулою:

$$\Delta\rho_{1,2} = h \cdot (\rho_{\text{зовн}} - \rho_{\text{вид}}), \text{ кг/м}^2,$$

де h – відстань між осями прорізів; $h=10$ метрів

$$\Delta\rho_{1,2} = 10 \cdot (1,202 - 1,179) = 0,11, \text{ кг/м}^2.$$

Втрати тиску на прохід повітря через припливні прорізи можна визначити за формулою:

$$\Delta\rho_1 = \beta \cdot \Delta\rho_{1,2}, \text{ кг/м}^2,$$

де β – різниця тисків, що використовується на прохід повітря через припливні прорізи, $\beta=0,4$,

$$\Delta\rho_1 = 0,4 \cdot 0,11 = 0,044, \text{ кг/м}^2;$$

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар визначаємо за формулою:

$$\Delta\rho_2 = \Delta\rho_{1.2} - \Delta\rho_1, \text{ кг/м}^2;$$

$$\Delta\rho_2 = 0,11 - 0,044 = 0,066, \text{ кг/м}^2.$$

Визначаємо площу прорізів у стіні $F_{\text{прпл}}$ і площа прорізів ліхтаря $F_{\text{л}}$:

$$F_{\text{прпл}} = \frac{G_{\text{прпл}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_{\text{зовн}}}{\xi_1} \cdot \Delta\rho_1}}, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{прпл}} = \frac{4200}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,191}{3,7} \cdot 0,024}} = 29,98, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{G_{\text{вид}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_{\text{зовн}}}{\xi_1} \cdot \Delta\rho_2}}, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{30294}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,202}{4,1} \cdot 0,096}} = 11,33, \text{ м}^2,$$

де $G_{\text{прпл}}$ – кількість повітря, що повинна надходити в приміщення; $G_{\text{вид}}$ – кількість повітря, що видаляється.

8.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, у відділі водопідготовки виконуються роботи VIII б розряду зорових умов.

В таблиці 8.3 представлені санітарні норми освітлення, наведені значення параметрів освітлення, прийняті проектом.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Таблиця 8.3 – Норми параметрів освітлення

Розряд зорових робіт	Характер зорових робіт	Освітленість при суміщеному освітленні	Значення КЕО, %		
			При природному освітленні	При сполученому освітленні	
			бокове	спеціальне	верхнє
VIII б	Загальне періодичне спостереження при постійному перебуванні людей у приміщенні	100	0,3	0,2	0,7

Система штучного освітлення – комбінована, на виробництві прийняті люмінесцентні лампи типу ЛД-80 з потужністю 80 Вт, та світловим потоком – 4200 Лм. Загальна система освітлення – суміщена.

Для аварійного й евакуаційного освітлення передбачено застосування ламп розжарювання, вміщених у світильник "Альфа", а також переносних світильників "Універсаль" УП-200, напругою 12В.

При відключенні робочого освітлення передбачене система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

Контроль освітленості здійснюється люксметром Ю-116 не менше 1 разу в рік, а також після ремонту приміщень.

8.1.3 Виробничий шум та вібрації

У цеху водопідготовки основними джерелами шуму є мішалки, освітлювач, насос та озонатор. Джерелом шуму також є електроприводи обладнання. Шум створює також матеріали (кварцовий пісок), що завантажуються у фільтри. Згідно ДСН 3.3.6.037-99 допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях не повинен перевищувати 80 дБА.

Також в цеху підготовки сировинної суміші існують джерела, що викликають вібрацію. До них відносять габаритне устаткування і його вузли, які обертаються з великою швидкістю.

Для боротьби із шумом передбачаються наступні заходи: відведені спеціальні звукоізолюючі кабінки; внутрішні поверхні, облицьовані матеріалами, які поглинають шум. Створюються малошумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторів.

Також мінімізовано контакт працівників з віброоб'єктами шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження. Для зменшення вібрації використовуються віброізоляція, шляхом застосування пружинних і гумових прокладок, спеціальних підкладок під устаткування.

8.1.4 Електробезпека

Електрообладнання у відділенні підготовки води очищеної живиться від трифазної чотирипровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

Можливими причинами ураження людей електричним струмом є:

- дотик до відкритих струмоведучих частин;
- дотик до струмопровідних неструмоведучих елементів, які опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції;
- ураження кроковою напругою;
- ураження через електродугу.

У відділенні, яке проектується, з метою збереження здоров'я персоналу всі струмоведучі частини устаткування, до яких можливий дотик персоналу, ізолювані. Опір ізоляції електропроводів вище 0,5 МОм.

Напруга переносних ламп не вище 36 В. Для переносних електроінструментів застосовують малі напруги. Передбачено спецодяг: діелектричні рукавички, боти.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насоси також можуть призвести до ураження струмом від металевих частин насосів. Передбачено спецодяг та ізоляцію.

Відповідно ГОСТ 12.1.038 – 82, допустимі рівні напруги дотику (U_d) і струму, що проходить через тіло людини (I_l) дорівнює: при нормальному режимі роботи електроустаткування $U_d = 2В$, а $I_l = 0,3mA$; при аварійному - відповідно $36В$ і $6mA$. Припустимі значення струму й напруги:

- у нормальному режимі роботи

$$I_l = 0,3 \text{ ма і } U_{пр} = 2 \text{ В, при часі дії до } 10 \text{ хв/добу;}$$

- в аварійному режимі роботи:

$$I_l = 6 \text{ ма і } U_{пр} = 36 \text{ В, при контакті більше } 1 \text{ с.}$$

Однофазний дотик зустрічається набагато частіше, ніж двофазний. Такий дотик менш небезпечний, тому що до тіла людини прикладається лінійна напруга.

Струм, що проходить через людину в цьому випадку, складе:

$$I_l = \frac{U_{\phi} \cdot 10^3}{R_l + R_0}, \text{ мА ,}$$

де $U_{\phi} = 220 \text{ В}$ – фазна напруга, В; $R_l = 2000 \text{ Ом}$ – опір тіла людини, Ом; $R_0 = 30 \text{ Ом}$ – опір нейтралі заземлення, Ом.

$$I_l = \frac{220 \cdot 10^3}{2000 + 4} = 109,8 \text{ мА ,}$$

При цьому напруга дотику складе:

$$U_{дот} = I_l \cdot R_l = 0,1098 \cdot 2000 = 219,6 \text{ В.}$$

Отже, розрахувавши струм, що проходить через людину і напругу дотику, та порівнявши їх зі значеннями, що допустимі і нормовані згідно ГОСТ 12.1.038 – 82, бачимо, що експлуатація таких установок та порушення вимог ПУЕ є небезпечною для здоров'я і життя людини.

Для захисту від електрики впроваджено такі заходи і засоби: занулення електроустаткування; захист електропроводки від механічних ушкоджень прокладкою проводів у металевих трубах, схованої, у металорукавах; установка еле-

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ктроустаткування відповідно до умов навколишнього середовища, закриті пило-непроникні електродвигуни та світильники; захисне відключення електроустаткування.

Передбачено використання захисного одягу та пристроїв: діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, що ізолюють підставки, тимчасові огороження, захисні окуляри, подвійна ізоляція, застосування малих напруг, блокування в системах пуску і зупинки обладнання, недоступність струмоведучих частин, передбачено систематичний контроль ізоляції.

До роботи з електрообладнанням допускаються особи, які мають на це дозвіл посадових осіб. Ремонт і обслуговування електроустаткування здійснюють не менше 2 осіб. Схема автоматизації передбачає блокування і можливість автоматичного, аварійного відключення устаткування, а також сигналізацію.

8.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

У відділенні є механізми, які зможуть завдати обслуговуючому персоналу травм це:

- обертові деталі;
- апарати під тиском (до 0,6 МПа).

Можливі падіння людей з висоти 6 м, тому апарати огорожені перилами висотою до 1 м.

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного режиму неправильної експлуатації обладнання, поломки обладнання можуть призвести до аварій, вибухів, пожеж.

Головні причини аварійних ситуацій: порушення герметичності установок, прорив транспортних труб, припинення подачі технологічної води, захаращеність робочих місць, порушення технологічного режиму, відключення електроенергії, невиконання правил з техніки безпеки та інші.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для екстреної зупинки роботи установки передбачено використання кнопки зупинення роботи установки «Стоп» на щиті керування. Для підтримки устаткування у справному стані передбачено своєчасне проведення її технічного обслуговування та ремонту.

Для забезпечення безпеки процесу передбачені такі заходи:

- технологічна схема прийнята з мінімально можливим набором апаратів при забезпеченні потрібної якості товарної продукції;
 - доступ до апаратів нічим не ускладнений, усі апарати установки знаходяться у межах доступу людини;
 - передбачено комплексну автоматизацію установки, сигнальні датчики, що сигналізують про перепад тиску, що забезпечують контроль обладнання.
- Також усе керування установкою винесене на щит керування.

8.2 Пожежна безпека

В якості сировини використовуються негорючі матеріали, виходячи з цього, причиною самозаймання може бути займання електропроводки.

Можливими причинами загорянь установки може бути наступне:

- перенавантаження електродвигунів;
- джерелом пожеж і вибухів може бути в умовах установки, що проектується прямий удар блискавки.

Заходи захисту при виникненні пожежі:

- в установці є кран, що дозволяє пустити воду на потребу пожежогасіння;
- використовуються вогнегасники типу ОУ-1;
- на двигунах стоять запобіжники сухого ходу;
- вся проводка ізольована.

Захист від прямих ударів блискавки забезпечується завдяки стержневим блискавковідводам. В приміщенні є два евакуаційні виходи на випадок виник-

нення пожежі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання.

Вогнегасники, що використовуються у даному проекті, мають червоний колір корпусу і раз на 5 років проходять перевірку у відповідних інстанціях.

Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів наведені в таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 – Характеристика пожежо-небезпечних речовин

Речовини, що мають обіг у виробн. ГОСТ	Агрегатний стан речов. в норм, умовах	Горючість, займистість	Показники пожежо- і вибухо небезпечності, °C		Вогнегасні засоби	Категорія приміщення за ОНТП 24-86	Клас приміщення /зона/ і зовнішніх установок згідно з ПУЕ	Категорія об'єкта і тип зони захисту щодо влаштуванню блискавкозахисту згідно з СН 305-77
			Температура спалаху	Температура самозаймання				
Машинне масло (насос)	Рідке	Горить	180	380	Порошок ПСБ і СН-2	Д	П-II а	III а
Гума (спецодяг)	Тверде	Горить	220	400	ОХП – 10			

9 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

9.1 Аналіз джерел забруднення та можливі варіанти екологізації

У розділі 4 було розглянуто технологічну схему очищення стічних вод від йонів міді адсорбційним методом. В якості адсорбенту використовували активоване вугілля марки Norit. Адсорбційне очищення проводиться в 3 стадії. Кожна зі стадій складається з самого процесу адсорбції у псевдозрідженому шарі та відділення суспензії адсорбенту від очищеної води відстоюванням. В кінці технологічної схеми встановлений механічний фільтр з антрацитовим завантаженням для запобігання виносу часточок вугілля з потоком очищеної води.

Основним відходом даного методу очищення є активоване вугілля.

Всі методи регенерації поділяють на дві великі групи: деструкційні та регенеративні. До перших відносяться термічні і хімічні окислювальні процеси, до других – десорбція насиченою або перегрітою водяною парою, нагрітим інертним газом, екстракція органічними розчинниками. В даний час розроблюють біологічні методи регенерації активованого вугілля. Вибір того чи іншого способу регенерації залежить від конкретних умов і впливає на вартість адсорбційної очищення. Найбільш поширені методи розглянуті у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Методи регенерації активованого вугілля

Методи регенерації	Спосіб регенерації	Відходи регенерації	Примітки
1	2	3	4
Термічна	Вугілля регенерують в спеціальних печах при температурі 500-1000°C в безкисневому середовищі в потоці інертного газу або водяної пари	Розкладення молекул адсорбованих речовин з утворенням суміші низькомолекулярних летких продуктів, CO ₂ , NH ₃ , N та NO _x	Відновлення сорбційної здатності вугілля на 100%

1	2	3	4
Низькотемпературна термічна	Проводиться при температурі 10-400°C, і ведуть її перегрітою парою безпосередньо в апараті	Розкладення молекул адсорбованих речовин з утворенням суміші низькомолекулярних летких продуктів, CO ₂ та H ₂ O	Відновлення сорбційної ємності відбувається на 25-50%, так як регенерація неповна; з плином часу адсорбційна ємність знижується
Хімічна	Обробка сорбента газоподібним чи рідким реагентом за температури не більше 100°C, при якій відбувається десорбція сорбату з реагентом	В залежності від обраного реагенту та складу сорбату	Відновлення сорбційної ємності до 80%

В якості методу регенерації в даному виробництві було обрано хімічний метод, оскільки стоїть необхідність десорбції з пор вугілля йонів міді. До хімічних методів відносяться наступні: обробка кислотами, лугами та різними окиснювачами, екстракція. Вилучати йони міді можна обробляючи вугілля різними органічними екстрагентами. Стоки після регенерації направляються на подальше вилучення міді.

9.2 Екологічний моніторинг та розрахунок екологічних платежів

Система нагляду та аналізу води складається із відбору проб води та її аналізу на визначення концентрації йонів міді. Аналіз проводиться фотоколориметричним методом.

Точка відбору проби – бак, в який зливаються ці стоки, через які промивна вода надходить від системи до каналізаційного стоку. Періодичність відбору 6

раз на добу з інтервалом 4 години. Якщо рівень концентрації йонів міді не задовольняє ГДК, то проводиться розбавлення води, що скидається.

Відповідно до Податкового кодексу України, розділу VIII «Екологічний податок», стаття 243.2, ставка на викид речовини, яка відноситься до IV класу небезпечності, складає 111,26 грн/тону. Розрахуємо розмір податку за складування відпрацьованого вугілля (на полігон), грн/рік:

$$\Pi = \frac{m_{\text{в}} \cdot 111,26 \cdot 24 \cdot Q \cdot 365}{1000} = \frac{0,3 \cdot 111,26 \cdot 24 \cdot 25 \cdot 365}{1000} = 8121 \frac{\text{грн}}{\text{рік}},$$

де $m_{\text{в}}$ – маса вугілля, що витрачається на очищення 1 м³ води, кг; Q – продуктивність м³/год.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ІННОВАЦІЙНА ЧАСТИНА

Метою інноваційної складової представленого дипломного проекту був синтез композитного адсорбенту на основі промислового активного вугілля та дослідження його адсорбційної активності по відношенню до різноманітних неорганічних поллютантів, таких як, аніони йоду та катіони міді і заліза. При досягненні поставленої мети було вирішено наступні задачі. По-перше: було синтезовано лабораторну серію зразків композитного адсорбенту, для чого вихідне активне вугілля марки Norit Super SAE піддавалося окиснювальній обробці нітратною кислотою при кип'ятінні з наступним відмиванням до нейтрального рН. Отримана окиснена модифікація вугілля диспергувалась на ультразвуковій бані протягом години, після чого додавали нітрат нікелю та перемішували протягом 30 хвилин. Через отриману суспензію протягом 30 хвилин пропускали газоподібний азот, щоб витіснити все повітря і створити інертне середовище. Герметично закривали колбу та ставили її на нагрівання з перемішуванням. Після того, як температура досягла 75 °С, до суспензії по краплинам додавали розчин гідразину (3,5 г NaOH + 7,5 г гідразину (80 %-вого) + етиловий спирт до об'єму 20 см³). Залишали суміш при перемішуванні на 75 °С протягом 15 годин. Отриманий зразок промивали етиловим спиртом, потім дистильованою водою і висушували при 60 °С близько 20 годин.

По-друге: отриманий композитний адсорбент досліджувався в модельних процесах адсорбції аніонів йоду та катіонів міді і заліза з водних розчинів в статичних умовах за різних температур і тривалостей процесу та вивчалась кінетика цих процесів.

В якості модельних розчинів використовували розчин CuSO₄ з концентрацією іонів міді 0,4 г/дм³, та розчин Fe(NH₄)(SO₄)₂ з концентрацією іонів заліза 0,4 г/дм³. До 100 см³ розчину додавали 1 г досліджуваних вугільних зразків. Початкову та поточну концентрації Cu²⁺ встановлювали фотоколориметричним мето-

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

дом. Для цього йони міді Cu^{2+} зв'язували у аміачний комплекс, а йони заліза Fe^{3+} – у сульфосаліциловий комплекс.

Частина отриманих експериментальних даних представлена на Рисунку 10.1 у вигляді залежностей питомої адсорбції від тривалості адсорбційного процесу.

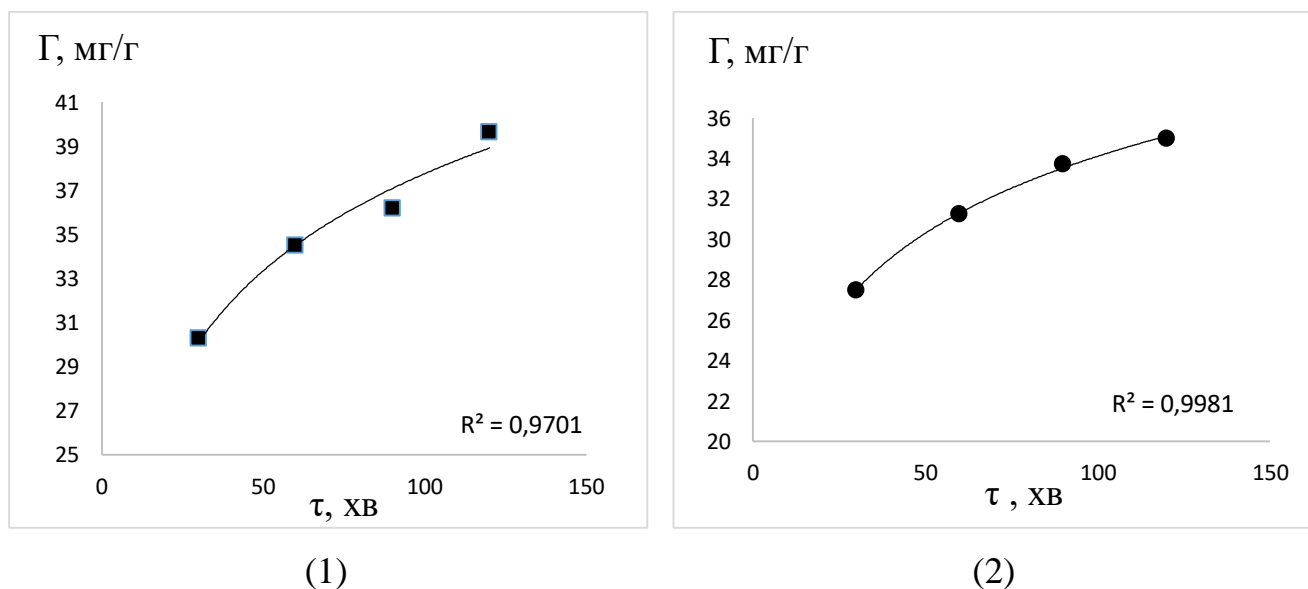


Рисунок 10.1 – Питома адсорбція йонів Cu^{2+} (1) та йонів Fe^{3+} (2) досліджуваними зразками.

Як видно з Рисунку 10.1 синтезований композит володіє високою адсорбційною здатністю по відношенню до іонів міді та заліза. Перспективою даного дослідження буде пошук нових способів модифікації поверхні активного вугілля з метою підвищення його адсорбційної активності по відношенню до катіонів.

ВИСНОВКИ

В бакалаврському проекті була запропонована технологічна схема з перехресним рухом адсорбенту для очищення стічних вод від іонів міді. Така схема є економічно вигідною та більш перспективною. Сам процес адсорбційного очищення відбувається у псевдозрідженому шарі адсорбенту. Через таке інтенсивне перемішування адсорбційний процес є більш ефективним. Адсорбент можна багаторазово регенерувати та повертати у цикл водоочищення.

У проекті на підставі зроблених розрахунків обрано необхідне основне і допоміжне устаткування.

На основі технологічної схеми було розроблено і обрано прилади автоматичний контролю і регулювання усіх найважливіших параметрів, що характеризують нормальний хід процесу.

Розраховано вартість одного кубометра очищеної води, що становить 13,06 грн. Капіталовкладення в дане відділення склали 5 156 268 грн.

Дипломний проект виконаний з урахуванням вимог охорони праці, пожежної та екологічної безпеки виробництва. В даному розділі для аналізу шкідливих, небезпечних виробничих факторів передбачені заходи і засоби щодо створення на об'єкті здорових безпечних умов праці, пожежної безпеки.

Дане виробництво є екологічно безпечним. Єдиним відходом виробництва є вугілля, яке після адсорбції регенерується та повертається в цикл. Розраховано екологічні платежі у випадку складування відпрацьованого вугілля на полігоні, які становлять 8121 грн/рік.

Розрахунки, які наведені в проекті, дозволяють зробити висновок, що очищення стічних вод від іонів міді адсорбційним методом є досить вигідним, і треба розвивати та впроваджувати даний напрямок на очисних станціях гальванічних, приладобудівних і хімічних виробництв, а також збагачувальних комбінатів та теплоелектростанцій.

					ДП ХН 5119 1440 000 ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Долина Л.Ф., Сорбционные методы очистки производственных сточных вод. – Днепропетровск, изд. «Континент», 2000. – 84с.
2. Когановский А.М., Левченко Т.М., Рода И.Г., Марутовский Р.М., Адсорбционная технология очистки сточных вод. – Киев, изд. «Техника», 1981. – 175 с.
3. Методы удаления тяжелых металлов из сточных вод [Электронный ресурс] <https://students-library.com/ua/library/read/20074-metody-udaleniya-tazelyh-metallov-iz-stocnyh-vod>
4. Фильтры осветлительные вертикальные ФОВ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.teko-filter.ru/production/filtr-dlyochistki/fov>
5. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 1. Методи та технічні засоби автоматичного контролю хіміко-технологічних процесів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом підготовки: «Хімічна технологія та інженерія» [текст] / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с. : іл. – Біблігр.: с. 328–330. – 300 пр. – ISBN 978-966-622-520-0. – ISBN 978-966-622-530-9 (Кн. 1).
6. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом: «Хімічна технологія та інженерія» [текст] / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с.: іл. – Біблігр.: с. 331–332. – 300 пр. – ISBN 978-966-622-520-0. – ISBN 978-966-622-531-6 (Кн. 2).
7. Підлісна О.А. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студентів хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання [текст] / Уклад.: О.А. Підлісна, В.В. Янковий, М.П. Дорошенко. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка“, 2002 – 28 с. – Бібліогр. с. 25-27.

8. Антрацит [Електронний ресурс] –Режим доступу: http://uareferat.com/Гігієна_води.
9. Порошковий активований уголь Norit SAE SUPER [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://ecofilter.com.ua/prod/ac/norit/sae_super_norit.htm
10. ГОСТ 53789-2010 Кислота азотная неконцентрированная. Технические условия – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53789-2010>
11. ГОСТ 4055-78 Никель(II) азотокислый 6-водный. Технические условия – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://internet-law.ru/gosts/gost/15360/>
12. Сорбция из водных растворов – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.chemiemaniamania.ru/chemies-6957-2.html>
13. Адсорбция – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/3852479/>
14. Сорбция из водных растворов – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9101/%D0%9D%D0%B5%D1%86%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20%D0%90%D0%B4%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D0%B8%D0%B7%20%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Очистка сточных вод адсорбцией – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://studref.com/360773/ekologiya/ochistka_stochnyh_adsorbtsiey
16. Сорбционная очистка сточных вод – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://infopedia.su/4x4d99.html>
17. Поршневой компрессор FIAC СБ4/С-50.GM192 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://kozakplus.com/shop/product/compressor_fiac-50-litres
18. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах бакалаврів хіміко-технологічного і біотехнології та біо-

техніки факультетів» [текст] / Уклад.: А.Т. Орленко, Н.А. Праховнік, Ю.О. Полукаров - К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 33 с.

19. Насос НД 400/16 дозировочный горизонтальный одноплунжерный [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ufk-techno.ru/958.htm>

20. Центробежный насос Ebara CDX/E 200/12 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tehno-stil.prom.ua/p19198059-tsentrobezhnyj-nasos-bara.html>

Додаток А

Позиція на схемі	Назва параметру	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва та характеристика	Тип, марка моделі	Кількість	Завод-виробник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
УСТАТКУВАННЯ ТА ПРИЛАДИ								
1-1	Витрата	Стічна вода	25 м ³ /год	Трубопровід 1вх	Діафрагма стандартна камерна, $P_y = 0,25$ МПа; $D_{тр} = 400$ мм	ДКС 0,25-400	1	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ
1-2				Місцевий	Дифманометр безшкальний із квадратичною функцією перетворення; $\Delta P_{max} = 40$ кПа; клас точності 1; $P_{вих} = 20 \dots 100$ кПа	13ДД11 (мод. 720)	1	ВО «Теплоприбор», м. Рязань
1-3				Щит керування	Прилад вторинний пневматичний показувальний реєструвальний; витрата повітря живлення – 6,5 л/хв, $P_{жив} = 0,14$ МПа, $P_{вих} = 20 \dots 100$ кПа	ПКР.1П	1	АТ «Саранский приборостроительный завод», м. Саранськ
1-4				Щит керування	Регулятор пневматичний пропорційно-інтегральний (система СТАРТ); витрата повітря живлення – 4,5 л/хв, $P_{жив} = 0,14$ МПа, $P_{вих} = 20 \dots 100$ кПа	ФР0091	1	АТ «ТИЗПРИБОР», м. Москва

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-5				Трубопровід 1вх	Механізм виконавчий мембранний пневматичний прямої дії з позиціонером ПП-1.25 і боковим дублером; робоча хода штока (за- лежно від діаметра мембрани: 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм) 10, 16, 25, 40, 60 мм; $P_{живл} = 0, 25$ МПа	МИМП ППХ 05	1	НПП „Мікротерм”, м. Сіверодонецьк
1-6				Щит керуван- ня	Перетворювач пневмоелектрич- ний, $P_{вх} = 20 \dots 100$ кПа; $I_{вих} = 0 \dots 5$ ($0 \dots 20$ мА, $4 \dots 20$ мА); гранично- допустима основна зведена похиб- ка $\pm 0,5$; $P_{max} = 400$ кПа; $P_{жив} = 140$ кПа; діапазон робочих температур $5 \dots 50$ °С; монтаж на Din-рейку; індикація вимірюваного парамет- ра; інтерфейс RS-485	МТМ 4000PI- ДЗ	1	НПП „Мікротерм”, м. Сіверодонецьк
1-7				Щит керуван- ня	Перетворювач електропневматич- ний, $I_{вх} = 0 \dots 5$ мА, $P_{вих} = 20 \dots 100$ кПа; граничнодопустима основна похибка $\pm 0,5$; $P_{жив} = 140$ кПа; діапа- зон робочих температур $(-30) \dots 50$ °С	МТМ 810	1	НПП „Мікротерм”, м. Сіверодонецьк
2-1 13-1	Перепад тиску	Вода Механічний фільтр	0,1 МПа	Місцевий	Вимірювальний перетворювач різниці тисків з блоком цифрової індикації, вібростійкий; матеріал мембрани – сплав 36ХНТЮ; ΔP_{max} $= 63$ кПа; $P_{доп} = 1,6$ МПа; клас точ- ності 0,25; вихідні сигнали: $0 \dots 5$ мА, $0(4) \dots 20$ мА, $0 \dots 5$ В, $0 \dots 10$ В%	КВАНТ ДДЦ1, мод. 2420/М3	2	НВФ «АГАТ-1», м. Харків

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-1	Рівень	Вода	5 м	Місцевий	Радарний рівнемірчастота електромагнітного сигналу – 94 ГГц, ширина вимірювального променя 4 град.; максимальний діапазон вимірювання рівня 0,6...30 м, абсолютна похибка ± 1 мм, температура контролюваного продукту – не обмежена, робоча температура навколишнього середовища в місці встановлення датчика (- 60)...50 °С; $I_{\text{вих}} = 4...20$ мА; цифровий інтерфейс RS-485, Modbus	УЛМ-11	1	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ
4-1 6-1 7-1 9-1 10-1 12-1	Те саме	Те саме	3,5 м	Місцевий	Рівнемір буйковий з пневматичним передавальним перетворювачем, $L_{\text{max}} = 0,02...16$ м, $p_{\text{доп}} = 4$ МПа, температура (-50)...50 °С, відносна вологість 98–100 % (при 35 °С), $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА, допустима основна похибка 1,5 %;	УБ-Е	6	ВО «Теплоприбор», м. Рязань
3-3				Щит керування	Регулятор мікропроцесорний восьмиканальний. працює з вихідними сигналами ТОП, ТОМ, ТП та датчиків, що мають уніфікований вихідний сигнал постійного струму або напруги. Вихідні сигнали: <i>аналогові</i> : 0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА, 0...10 В; <i>дискретні</i> : через транзистор – до 40 В, 100 мА; через реле – до 220В, 8 А. Основна зведена похибка вимірювання $\pm 0,2$ %.	МТР-44	1	ВО «Теплоприбор» м.Рязань

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-4 3-5 3-6 3-7 3-8 3-9				Трубопровід 1вх	Механізм виконавчий електричний однообертовий: 6,3 – номінальний обертовий момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – номінальний повний хід вихідного валу, об	МЭО-	6	Севанський завод електричних виконавчих механізмів, м. Севан
5-1 8-1 11-1	Перепад тиску	Повітря	0,2 МПа	Трубопровід 3	Вимірювальний тензоперетворювач різниці тисків, $\Delta P_{\max} = 1,6$ МПа, температура 5...50 °С, матеріал мембрани – сплав 06ХН28МДТ; клас точності 0,25; $I_{\text{вих}} = 4...20$ мА	САФІР-М, мод.2460	3	ЗАТ «Манометр», м. Харків
14-1	Температура	Вода	15...20 °С	Трубопровід 1о	Термоперетворювач опору платиновий НСХ 50П, діапазон вимірювання (-50)...120 °С, $P_{\max} = 25$ МПа, довжина монтажної частини 20...400 мм, захисна арматура – латунь Л62; інерційність 20 с, клас допуску А, В	ТСП-1388	1	НВО «Електро-термія», Приладобудівний з-д, м. Луцьк
15-1 16-1 17-1				Трубопровід 28	Датчики-реле рівня ємнісні, діапазон контролю: для стрижньового та циліндричного ЧЕ 0,1...2,5 м, тросового – 1...22 м; робочий надлишковий тиск – 0,1...2,5 МПа, споживана потужність не більше 7 В А; вихідні сигнали: релейний; світлова індикація	РОС 100; РОС 100И	3	ВАТ «ТЕПЛОПРИБОР», м. Рязань

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-2 3-2 4-2 5-2 6-2 7-2 8-2 9-2 10-2 11-2 12-2 13-2 14-2				Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації входні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА;	Диск-250ДД	13	ЗАТ "Промышленная группа "Метран", м. Челябинськ
ЕЛЕКТРОАПАРАТИ								
МП1, МП2, МП3, МП4 МП5, МП6, МП7, МП8, МП9, МП10, МП11	-	-	-	Місцевий	Пускач магнітний безконтактний нереверсивний з реле IP-20; $I_{вх} = 160 \text{ А}$	ПМ12-160210 У2 В	11	ВАТ «Кашинский завод электроаппаратуры», м. Москва
SA1, SA2, SA3, SA4, SA5, SA6, SA7, SA8, SA9, SA10, SA11	-	-	-	Місцевий	Кнопка запобіжного вимикання; номінальна робоча напруга: змінна (частота 50...60 Гц) 660 В, постійна – 440 В, номінальний тепловий струм – 10 А	КМЕ-5111 УЗ	11	ТОВ «Кам'янець-Подільський електромеханічний завод», м. Кам'янець-Подільський

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
SB1, SB2, SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB8, SB9, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14, SB15, SB16, SB17, SB18, SB19, SB20, SB21, SB22	-	-	-	Щит керування	Пост управління кнопковий, кількість елементів управління – 2; номінальна напруга ізоляції (за змінного струму частотою 50/60 Гц) 660 В, номінальний тепловий струм 10 А; температура довкілля від (-40) °С до 40 °С, відносна вологість повітря 98 %, комутаційна зносостійкість 1 000 000 циклів	ПКУ-123-11	11	ЗАТ «Проме-нергоавтоматика», м. Київ
KM1, KM2, KM3, KM4, KM5, KM6	-	-	-	Місцевий	Контактор електромагнітний; номінальний струм контактів головного кола 250 А (50 Гц), номінальна напруга 400 В; додаткові контакти: 3 н. р. і 3 н.з.	КТ-5032Б	6	ВО «Электро-прибор», м. Чербоксари
HL1, HL2, HL3, HL4, HL5	-	-	-	Щит керування	Лампа сигнальна світлодіодна із жовтим індикатором, $U_{\text{жив}} = 220$ В, 50/60 Гц, $d = 27$ мм, сила світла 20 мКд	СКЛ-11-Ж-2-220	5	ВАТ «Кашинський завод електроапаратури», м. Москва

Посадова інструкція на виконавця технологічних обов'язків
підприємства

ЗАТВЕРДЖУЮ

(назва установи, організації)

(уповноважена особа)

(ПІБ, підпис)

"__" _____ 200_ р.

ПОСАДОВА ІНСТРУКЦІЯ ТЕХНОЛОГА

I. Загальні положення

1. Повинен знати:

- Водний кодекс, Кодекс про землю і надра, Закон “Про меліорацію земель”, вимоги природоохоронних, санітарних та інших органів;
- правила технічної експлуатації, положення, інструкції та інші керівні матеріали щодо ремонту та утримання водоочисних споруд;
- технологію проведення гідротехнічних робіт;
- основи водоочищення та водопідготовки;
- технічний стан обслуговуваних об'єктів, ведення оперативного обліку та звітності, економіку та організацію виробництва, праці та управління;
- правила і норми охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного захисту.

Кваліфікаційні вимоги:

- Провідний технолог: повна вища освіта за спеціальністю “Хімічна технологія” (магістр, бакалавр) та підвищення кваліфікації: для магістра — стаж роботи за професією інженера-гідротехніка I категорії — не менше 1 року, бакалавра — стаж роботи за професією інженера-гідротехніка I категорії — не менше 2 років.

- Технолог I категорії: повна вища освіта за спеціальністю “Хімічна технологія” (магістр, бакалавр): для магістра — без вимог до стажу роботи; бакалавра — підвищення кваліфікації та стаж роботи за професією технолога II категорії не менше 1 року.
- Технолог II категорії: повна вища освіта за спеціальністю “Хімічна технологія” (магістр, бакалавр): для магістра — без вимог до стажу роботи; для бакалавра — стаж роботи за професією технолога — не менше 1 року.
- Технолог: повна вища освіта напряму підготовки “Хімічна технологія” (бакалавр). Без вимог до стажу роботи.

II. Завдання та обов'язки

Організовує виконання технологічних процесів під час створення і функціонування водоочисних об'єктів:

- проводить підготовку виробництва та забезпечує виконання технологічних процесів;
- проводить випробування і вимірювання основних параметрів технологічних процесів та здійснює перевірку їх відповідності до проектних параметрів і нормативів;
- організовує виконання робіт зі створення водоочисних об'єктів;
- розробляє та доводить виробничі завдання до ланок і бригад та забезпечує їх виконання;
- розробляє і оформляє інформаційну та звітну документацію, складає дефектні відомості та зміни до технічних паспортів, складає первинну кошторисну та виконавчу документацію і звітність, визначає виконавців, вносить пропозиції щодо фінансування робіт з нагляду, догляду за роботою систем, проведення поточного, капітального ремонтів, здійснює контроль за їх виконанням і приймає виконані роботи.

Забезпечує функціонування водоочисних об'єктів:

- організовує проведення поточних і аварійних ремонтів гідромеліоративних систем та споруд;
- забезпечує підготовку водоочисних об'єктів, машин механізмів та обладнання до роботи;
- розробляє плани водопідготовки, водоподачі і водовідведення;

- здійснює технічну експлуатацію водоочисних об'єктів;
- здійснює вхідний, операційний контроль якості водоочисних мереж та споруд, виконує обстеження технічного стану водоочисних мереж та споруд, виявляє відмови та пошкодження, розробляє заходи щодо їх запобігання і усунення, удосконалення або реконструкції; проводить спостереження за впливом водогосподарських мереж і споруд на стан навколишнього природного середовища і оцінює наслідки використання обраних технологій, сировини та матеріалів, можливість застосування безвідходних технологій, а також вторинного використання відходів виробництва; проводить контроль і дає висновки про відповідність матеріалів, виробів і конструкцій технічної документації на виробництві; проводить поопераційний контроль якості виконаних робіт під час створення і функціонування гідромеліоративних систем та споруд.
- здійснює контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних вимог та вимог з охорони праці, організовує розслідування нещасних випадків та аварій робіт; технічні характеристики, конструктивні особливості і режими роботи меліоративних об'єктів, перспективи їх розвитку; оплату праці й управління.

III. Права

Технолог має право:

- ознайомлюватися з проектами рішень керівництва підприємства, що стосуються його діяльності.
- брати участь в обговоренні питань, що стосуються виконання його обов'язків.
- вносити на розгляд керівництва підприємства пропозиції щодо покращання роботи, пов'язаної з обов'язками, що передбачені цією інструкцією.
- в межах своєї компетенції повідомляти керівництву підприємства про всі недоліки, виявлені в процесі його діяльності, та вносити пропозиції щодо їх усунення.
- вимагати від керівництва підприємства сприяння у виконанні ним посадових обов'язків.

IV. Відповідальність

Технолог несе відповідальність:

- за неналежне виконання або невиконання своїх посадових обов'язків, а також за невикористання або неповне використання своїх функціональних прав, що передбачені цією посадовою інструкцією, - в межах, визначених чинним законодавством України про працю.
- за правопорушення, скоєні в процесі здійснення своєї діяльності, - в межах, визначених чинним адміністративним, кримінальним та цивільним законодавством України.
- за завдання матеріальної шкоди - в межах, визначених чинним цивільним законодавством та законодавством про працю України.

УЗГОДЖЕНО

Керівник структурного підрозділу:	_____ (підпис)	_____ (ПІБ)	" ____ " _____ р.
Начальник юридичного відділу:	_____ (підпис)	_____ (ПІБ)	" ____ " _____ р.
З інструкцією ознайомлений:	_____ (підпис)	_____ (ПІБ)	" ____ " _____ р.